



AGROCAMPUS OUEST

CFR Angers

2 rue André Le Nôtre

F-49045 Angers cedex 01

POLE DE RECHERCHE AGRO-ENVIRONNEMENTALE

DE LA MARTINIQUE

Quartier Petit Morne

BP 214

97285 Le Lamentin Cedex 2

Mémoire de Fin d'Etudes

Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage *

Année universitaire : 2011-2012

Spécialisation ou option : Gestion Durable du Végétal en horticulture et aménagements paysagers

Inventaire des Arthropodes prédateurs à la surface du sol en vergers d'agrumes et en bananeraies à la Martinique

Par : Marie PENN

Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation
Ou son représentant
Date ; /.../... Signature

Bon pour dépôt (version définitive) ☐

Autorisation de diffusion : Oui ☐ Non ☐

Devant le jury :

Soutenu à Angers

Le : 19/09/2012

Sous la présidence de : Jean-Charles MICHEL

Maître de stage : Philippe RYCKEWAERT

Enseignant référent : Philippe ROBERT

Autres membres du jury (Nom, Qualité): Manuel PLANTEGENEST (ACO Rennes) et Yann TRICAULT (ACO Angers)

*"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent
que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".*

Fiche de diffusion du mémoire

Préciser les limites de la confidentialité :

- Confidentialité absolue : ☐ oui ☐ non
(ni consultation, ni prêt)
 ☞ Si oui ☐ 1 an ☐ 5 ans ☐ 10 ans

- A l'issue de la période de confidentialité **ou** si le mémoire n'est pas confidentiel, merci de renseigner les éléments suivants :

- Référence bibliographique diffusable⁽³⁾ : ☐ oui ☐ non
Résumé diffusable : ☐ oui ☐ non
Mémoire consultable sur place : ☐ oui ☐ non
Reproduction autorisée du mémoire : ☐ oui ☐ non
Prêt autorisé du mémoire : ☐ oui ☐ non

-
Diffusion de la version numérique : ☐ oui ☐ non

☞ Si oui, l'auteur complète l'autorisation suivante :

Je soussigné(e) _____, propriétaire des droits de reproduction dudit résumé, autorise toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.

Date : _____ Signature : _____

Rennes/Angers, le

Le maître de stage(4),

L'auteur(1),

L'enseignant référent,

(1) auteur = étudiant qui réalise son mémoire de fin d'études

(2) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(3) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option)) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé.

(4) Signature et cachet de l'organisme.

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Philippe Ryckewaert, entomologiste au CIRAD, sans qui la réalisation de ce stage n'aurait pas été possible, pour son encadrement, sa disponibilité et son aide.

Je souhaite également remercier Philippe Tixier et Clovel Pancarte du CIRAD pour leurs conseils en différents domaines ainsi que Eddy Dumbardon, Teddy Ovarbury de la FREDON et Jérôme Frair de l'IT2 pour leur aide dans le choix des parcelles en vergers d'agrumes et en bananeraies.

Merci à Dominique Carval et Rémi Resmond pour leur aide dans l'identification des taxons.

J'adresse un merci à tous les producteurs (Mr Elisabeth-Marie-Françoise, Mr Trepon, Mr Brosille, Mr Ernoult, Mr Djire, Mme Solis, Mr Peronnet et Mr Moravie) qui ont eu la gentillesse d'accepter la mise en place d'essai dans leurs parcelles et sans qui cette étude n'aurait pas été possible.

Enfin, je ne peux pas oublier dans mes remerciements les différentes équipes du PRAM avec lesquelles j'ai apprécié de travailler : Daniel Joel, Dominique Arnaud, Luc Milome, Maurile Milome, Jean-Claude Gertrude pour leurs conseils techniques et leur bonne humeur ainsi que François Roch et Evelyne Kilota pour les démarches administratives.

Sommaire

Liste des figures	5
1. Introduction.....	1
2. Contexte de l'étude faunistique	2
3. Synthèse bibliographique	4
3.1. Biodiversité, réseaux trophiques et régulation.....	4
3.2. Les Arthropodes à la surface des sols, des prédateurs possibles dans les réseaux trophiques des vergers d'agrumes et des bananeraies.	6
3.3. Estimer la biodiversité d'un milieu	8
4. Matériels et Méthodes	9
4.1. Sites d'expérimentation et caractérisations des parcelles.....	9
4.2. Dispositifs expérimentaux	12
4.2.1. Inventaire	12
4.2.2. Etude de l'influence de la présence d'un couvert végétal	13
4.3. Analyses statistiques	14
5. Résultats.....	15
5.1. Inventaire des Arthropodes prédateurs en station d'expérimentation et chez des producteurs d'agrumes et de bananes de l'île	15
5.1.1. Caractérisation floristique des parcelles étudiées	15
5.1.2. Liste des groupes piégés à différents niveau taxonomique et abondance.	16
5.1.3. Richesse et composition en Arthropodes prédateurs selon la culture en place	18
5.1.4. Richesse et composition de la faune Arthropode à la surface du sol sur l'ensemble de l'île	19
5.2. Influence de la présence d'un couvert végétal sur la richesse en Arthropodes prédateurs en vergers d'agrumes (station de Rivière Lézarde, Saint Joseph).....	25
6. Discussion.....	27
6.1. Caractérisation des parcelles étudiées et des systèmes de culture échantillonnés.....	28
6.2. Rôle des groupes inventoriés dans l'agrosystème et potentiel prédateurs des Arthropodes	28
6.3. La Martinique, une île à faible diversité en Arthropodes prédateur à la surface du sol.	30
6.4. Influence du recouvrement parcellaire sur l'abondance et la biodiversité en Arthropodes prédateurs.....	31
6.5. Effet de la richesse du couvert végétal sur l'abondance et la diversité en Arthropodes prédateurs.....	31
6.6. Qualité du piégeage lors de l'inventaire	33

6.7. Perspectives et améliorations	34
7. Conclusion	35
Références bibliographiques	36

Liste des figures

Figure 1- Effets possibles de l'augmentation de la biodiversité végétale sur la structure du réseau trophique et la régulation potentielle du charançon (d'après P.F. Duyck).	5
Figure 2 - Plan de mise en place des pièges à la surface du sol à la station de Rivière Lézarde, Saint-Joseph	14
Figure 3- Importance des Ordres d'Arthropodes à la surface du sol sur l'ensemble des essais.....	17
Figure 4- Importance des principaux genres collectés sur l'ensemble de l'île.	17
Figure 6 – Richesse spécifique moyenne (avec écart-type) des diverses cultures.....	18
Figure 5 - Abondance relative des Arthropodes (moyenne \pm écart-type) selon la culture en place.	18
Figure 7 – Abondance totale des Arthropodes piégés selon la richesse du couvert végétal	22
Figure 8 - Abondance des Arthropodes selon l'indice de recouvrement de la parcelle.....	23
Figure 9 – Indices de diversité et équitabilité en fonction de la richesse du couvert végétal	24
Figure 11 - Evolution de l'abondance relative des Arthropodes piégés au cours du temps	25
Figure 12 - Abondance totale selon la présence d'un enherbement ou non	27

Liste des tableaux

Tableau 1- Variables caractérisant les couverts végétaux des parcelles étudiées lors de l'inventaire .	16
Tableau 2- Diversité en familles et genres selon la culture mis en place sur la parcelle	18
Tableau 3- Description des genres identifiés en culture d'agrumes et/ou de bananes	19
Tableau 4 - Richesse en Arthropodes prédateurs des différents sites échantillonnés	19
Tableau 5- Richesse des parcelles et des pièges placés selon sa localistaion géographique	20
Tableau 6 - Genres présents sur l'île selon la zone géographique	20
Tableau 7 - Indices de diversité et équitabilité par site étudié	23
Tableau 8 - Richesse des parcelles selon la présence d'un couvert végétal ou non	26
Tableau 9 - Genres identifiés dans les parcelles enherbées ou non	26
Tableau 10 – Moyenne des indices de diversité de Shannon, Piélou et Simpson	27

Liste des photos

Photo 1 - Détermination de la flore composant l'enherbement des vergers	11
Photo 2 - Vue d'un piège à fosse	12
Photo 3 - Mise en place d'un piège à fosse au ras du sol.....	12

Liste des annexes

Annexe I – Echelle CEB (Commission des Essais Biologiques) attribuant un indice lié au recouvrement végétal des sols (Lavigne, 2011).....	i
Annexe II– Illustrations de quelques taxons piégés en vergers d'agrumes et bananeraies (Sources images : Antweb et Caribfruits).....	ii
Annexe III – Abondance des Arthropodes prédateurs (nombre total d'individus) sur les différents sites expérimentaux en vergers d'agrumes.....	vi
Annexe IV – Abondance des Arthropodes prédateurs (nombre total d'individus) sur les différents sites expérimentaux en bananeraies.....	vii
Annexe V - GLM concernant l'abondance des Arthropodes prédateurs piégés au cours de l'inventaire en prenant en compte les facteurs « système de culture » (sdc), « parcelle » (exploit) et « taxons» (sp).....	viii
Annexe VI- Abondance des Arthropodes prédateurs sur le verger d'agrumes de Rivière Lézarde selon la présence d'un couvert végétal (Saint Joseph).....	ix
Annexe VII - GLM Abondance des Arthropodes piégés en présence d'un couvert végétal ou non en considérant comme facteurs les taxons, le traitement (présence d'un couvert ou non) et le jour.....	x

1. Introduction

L'agriculture martiniquaise repose encore aujourd'hui sur deux productions majeures : la canne-à-sucre et la banane. La banane reste la première activité agricole de l'île avec 21.5% de la valeur agricole créée (Agreste 2008). Cependant, depuis plusieurs années, la production de banane traverse une situation difficile pour des raisons environnementales et économiques (Bonin *et al.*, 2006). Dans ce contexte, aidé par le plan de relance agricole régional favorisant l'implantation de vergers, le développement de la production agrumicole comme culture de diversification est un réel enjeu pour ce territoire. La reconversion en agrumes de certaines bananeraies peut offrir une perspective intéressante de valorisation des terres martiniquaises contaminées par le chlordécone. Ces préoccupations sont une problématique particulièrement sensible aux Antilles où la pollution des eaux par cet insecticide utilisé contre le charançon du bananier (Beaugendre, 2005) a accéléré la prise de conscience de l'impact de certaines pratiques agricoles sur l'environnement et la santé (Belpomme, 2007 ; Multiger *et al.*, 2010). De plus, dans un milieu insulaire comme les Antilles, la pression de l'agriculture sur l'environnement est forte et se manifeste par une pollution importante des sols, des eaux de surface et des nappes (Ollagnier et Vittecoq, 2007).

Dans ce contexte, des systèmes de culture innovants répondant à de nouveaux cahiers des charges économiques et environnementales doivent être mis au point face à la pression actuelle de certains ravageurs en vergers d'agrumes et en bananeraies. Une des possibilités à explorer pour mener une conduite raisonnée et durable est la compréhension des processus écologiques de régulation des bioagresseurs (Messéan *et al.*, 2010). Les différentes espèces constituant les réseaux trophiques des agrosystèmes, et en particulier les prédateurs généralistes, peuvent jouer un rôle important pour le contrôle des ravageurs (Carter & Rypstra, 1995; Cardinale *et al.*, 2003; Costamagna *et al.*, 2007). Aucune données sur la présence des Arthropodes prédateurs à la surface du sol n'ont été recueillies en vergers d'agrumes et en bananeraies à la Martinique à l'heure actuelle. C'est dans ce contexte qu'un inventaire des Arthropodes présents sur l'île au sein de ces deux cultures a été entrepris dans le but de rechercher des auxiliaires potentiels aux bioagresseurs. Parallèlement, des analyses d'abondance ont été menées afin de caractériser quantitativement la biodiversité présente sur l'île selon les systèmes de culture mis en place (parcelles désherbées, enherbées...).

La présente étude conduite d'avril à août 2012 a un double objectif :

- **Un premier recensement des Arthropodes prédateurs à la surface du sol en vergers d'agrumes et en bananeraies à la Martinique avec la possibilité de dégager de possibles futures auxiliaires pour l'île.**
- **La caractérisation, selon les sites étudiés, de la diversité des Arthropodes suivant leur localisation géographique et leur couvert végétal.**

Répondre à cette problématique permettrait d'évaluer le potentiel régulateur de certains arthropodes prédateurs vis-à-vis des ravageurs présents à la Martinique dans ces deux cultures.

Une présentation plus détaillée du contexte de l'étude et des principales définitions nécessaires à la compréhension du sujet est faite dans une première partie de synthèse bibliographique. Dans une deuxième partie, sont décrits les dispositifs expérimentaux et les différentes méthodes d'analyse qui ont contribué à cette étude. Les résultats sont présentés, puis discutés, dans une troisième et une quatrième partie.

2. Contexte de l'étude faunistique

2.1. La Martinique, île des Antilles françaises

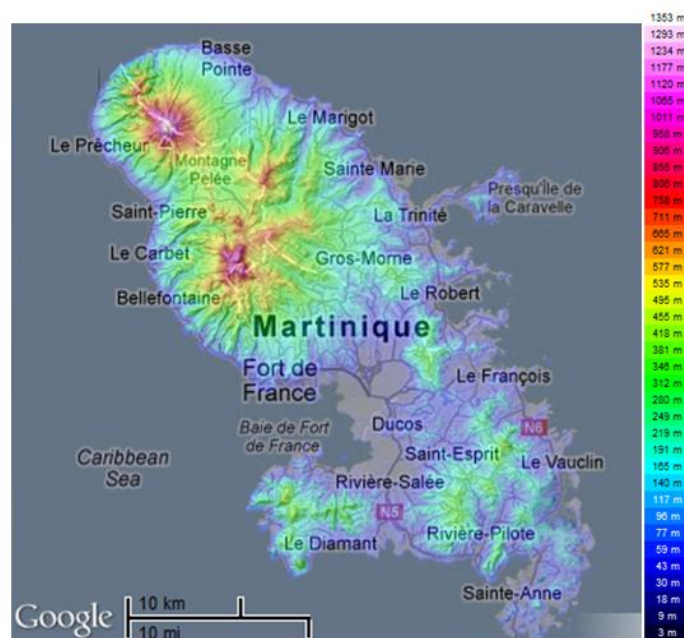


Carte 1- Localisation de la Martinique dans les Antilles. Source Wikipédia

Située à 7000 km de la métropole, sur la bordure insulaire de l'Amérique centrale entre la Dominique au Nord et Sainte Lucie au Sud, à 14°40' de latitude nord, la Martinique fait partie de l'archipel des Petites Antilles (carte 1).

D'une superficie de 1 128 km², la Martinique est une île

tropicale, montagneuse et volcanique qui présente des contraintes de développement à la fois physiques et humaines. L'île s'étend sur environ 80 km de longueur, pour 27 km de largeur. Le relief de la Martinique est caractérisé par sa diversité. Il est constitué d'un massif montagneux au Nord, dominé par les pitons du Carbet et la Montagne Pelée (1397m). Dans le reste de l'île, une succession de reliefs moyens, les mornes, peuvent atteindre jusqu'à 505m d'altitude (Montagne du Vauclin). Une seule plaine se dégage de cet ensemble accidenté, celle du Lamentin, au centre. Son territoire demeure donc relativement exigu en raison d'une topographie caractérisée par d'assez hauts reliefs, de nombreux édifices collinaires volcaniques, de pentes abruptes, d'une couverture forestière



Carte 2 – Relief de l'île de la Martinique

densités de population qui demeure élevées tant en zones urbaines que rurales (carte 2).

La diversité du relief explique en partie les nombreuses situations climatiques. La Martinique connaît un climat tropical de type insulaire, chaud et humide, avec des précipitations maximales sur les hauteurs. La constance des températures (26°C en moyenne), la forte humidité (hygrométrie de 80 % en mars-avril et 87% en octobre-novembre), la régularité des vents alizés, l'irrégularité des pluies malgré leur abondance (présence d'une saison sèche allant de décembre à fin mai), caractérisent ce climat. Les données topographiques et climatiques induisent l'extrême variété des sols et des écosystèmes qui conditionnent la typologie des paysages. Quatre régions géo-climatiques se dessinent au niveau de l'île : le Nord Caraïbe, le Nord Atlantique, le Centre et le Sud.

Ce climat favorise le développement annuel de nombreux ravageurs et maladies exerçant une pression sur les productions végétales martiniquaises. Il favorise aussi un développement vigoureux et ininterrompu des plantes adventices.

2.2. L'agriculture en Martinique : vergers d'agrumes et bananeraies au sein de l'île.

L'agriculture est à la base du développement économique de la Martinique avec la mise en place des plantations de canne à sucre dès le 17^{ème} siècle. Le début du 20^{ème} est marqué par le développement de la culture de la banane qui devient la première culture d'exportation à partir des années 50. L'agriculture martiniquaise a connu d'importantes mutations, depuis les années 80 avec la diminution très sensible du nombre d'exploitations agricoles et la réduction de 37 % de la SAU liée à la pression du développement urbain. Les petites et moyennes exploitations, se sont professionnalisées et ont développé de nouvelles productions (élevage, maraîchage, arboriculture,...). <http://www.agrimetiersmartinique.fr/introduction.html>

Aujourd'hui, l'agriculture martiniquaise occupe 29.4% de la surface de l'île avec 25 000 hectares de zones agricoles. La banane, la canne à sucre, les cultures maraîchères et l'ananas constituent les quatre productions principales. Certaines productions de diversification sont en progression comme les plantes aromatiques, à parfum, médicinales et condimentaires, les agrumes et autres fruits. Les cultures de bananes et d'ananas ainsi que les surfaces en herbes sont en baisse (AGRESTE, 2008 ; Hofferer S., 2011). Parmi toutes les productions de l'île, deux seront étudiées dans cet inventaire : les agrumes et les bananes à titre de comparaison avec les vergers.

Sous le terme 'agrumes' sont regroupées de nombreuses espèces des genres botaniques *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus*, tous membres de la famille des Rutaceae. Les agrumes sont aujourd'hui distribués dans des toutes les parties du monde comprises entre l'équateur et des latitudes légèrement supérieures à 40° dont les Antilles malgré un climat peu favorable pour eux. En Martinique, les vergers de Lime de Tahiti, d'Orangers Valencia late ou Washington navel, de Pomelo redblush sont majoritaires (Le Bellec, 2005). La production martiniquaise s'élevait récemment à 1601 tonnes annuellement pour 300 hectares de vergers présents sur l'île (AGRESTE 2008).

La filière banane occupe 86 % de la population active agricole salariée et les surfaces plantées destinées à l'exportation représentent 7 300 ha en 2006, soit un peu moins d'un tiers de la surface agricole utile de la Martinique. Au cours de l'année 2006, sur environ 220 000 tonnes produites, 217 000 tonnes ont été exportées, essentiellement vers la métropole. L'extension de la production a eu lieu surtout après la Seconde Guerre mondiale jusqu'à dépasser les 10 000 ha cultivés en 1978 (Temple *et al.*, 2008).

Les bananiers appartiennent à l'ordre des Scitaminales (ou Zingibérales). Ceux sont des Monocotylédones à fleurs asymétriques zygomorphes, appartenant à la famille des Musaceae (Lassoudière, 2007). Le bananier est une herbe géante de grande taille sans tige végétative aérienne. La tige souterraine (corme ou bulbe) est le lieu de formation des racines, des feuilles et de l'inflorescence. C'est à ce niveau que se différencient également les rejets, qui s'enracinent et se développent à leur tour. Le système racinaire est fasciculé et l'émission de racines se fait durant toute la phase végétative. Le pseudotrunc, ou faux tronc, résulte de l'imbrication des gaines foliaires les unes dans les autres. Le « cigare foliaire » monte au centre, comme, par la suite, l'inflorescence. Les fleurs sont toujours du même type, mais la conformation des inflorescences est très variable (Lassoudière, 2007). Un cycle (ou une génération) est la durée allant de la récolte du cycle n à la récolte du cycle $n+1$. Cette dernière est généralement comprise entre 8 et 11 mois en Martinique, selon les particularités de la parcelle. Sur l'île, différents systèmes de culture sont rencontrés (Lassoudière, 2007) :

- Systèmes de culture vivriers :

Les bananiers sont plantés isolés, en touffes près des habitations ou des villages. Ils sont associés avec d'autres espèces : vergers vivriers et fruitiers, jardins créoles permanents fertilisés par les déchets végétaux ménagers.

- Systèmes de monoculture ou de cultures associés semi-extensifs :

Il s'agit souvent d'exploitations familiales de petites surface (1 hectare et même moins). Elles sont mal adaptées à une commercialisation à distance, et encore moins aux marchés transcontinentaux.

- Systèmes de monoculture intensive :

L'intensification ne peut se réaliser que si l'agriculteur a la possibilité et les moyens de protéger sa culture des maladies et des ravageurs et d'entretenir la fertilité du sol.

Actuellement ces systèmes de culture utilisent de manière croissante des rotations culturales, notamment avec de la canne à sucre.

3. Synthèse bibliographique

3.1. Biodiversité, réseaux trophiques et régulation

La biodiversité est définie comme étant la diversité des gènes, des espèces, des écosystèmes et des processus écologiques (Clergué *et al.*, 2005). Elle se subdivise en trois composantes : la diversité des espèces, la diversité des écosystèmes et la diversité des gènes (Prescott *et al.*, 2000). La biodiversité concerne la multiplicité des interactions dynamiques entre des gènes et protéines dans des organismes, des espèces dans un milieu, des bactéries aux grands mammifères et du plus petit écosystème jusqu'à la biosphère dans son ensemble (Cf. Article 2 de la Convention sur la diversité biologique – RIO- 1992) Lors de la Conférence Internationale sur la Biodiversité de Paris en janvier 2005, une définition plus précise y a été formulée : C'est « la dynamique des interactions entre organismes vivants dans

des milieux en changement ». La connaissance du rôle fonctionnel de la biodiversité via l'étude des réseaux trophiques permet de mieux gérer les agrosystèmes (Sarhou J.P., 2006).

Un réseau trophique est défini par l'ensemble des relations alimentaires et des flux d'énergie entre organismes au sein d'un écosystème (Prescott *et al.*, 2000). Les différentes espèces des réseaux trophiques des agro-écosystèmes et en particulier les prédateurs généralistes, peuvent jouer un rôle important dans le contrôle des ravageurs (Cardinale *et al.*, 2003; Carter & Rypstra, 1995; Costamagna *et al.*, 2007). Les adventices, l'enherbement, les résidus de culture, un mulch peuvent contribuer à l'élaboration d'un réseau trophique plus complexe et diversifié, pouvant indirectement favoriser les prédateurs généralistes (Altieri & Letourneau, 1982). En effet, une augmentation de la biodiversité, favorisant les prédateurs et les auxiliaires, permet un meilleur contrôle des pullulations de ravageurs (Chen & Wise, 1999). L'ajout d'une plante (adventice ou plante de couverture) peut entraîner des modifications quantitatives et qualitatives des ressources primaires pour les insectes herbivores, modifiant l'ensemble du réseau trophique. Ceci comporte également le risque d'une part de favoriser certains ravageurs du fait de la consommation de cette même ressource primaire par différentes espèces herbivores ; et

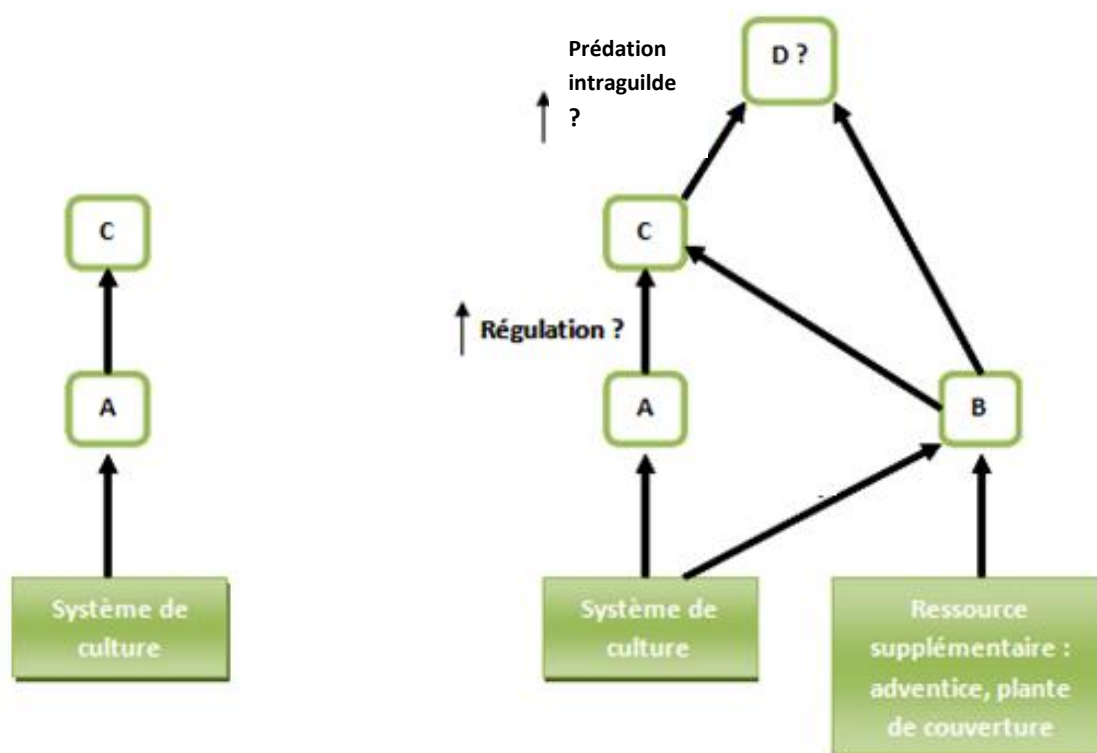


Figure 1- Effets possibles de l'augmentation de la biodiversité végétale sur la structure du réseau trophique et la régulation potentielle du charançon (d'après P.F. Duyck).

A, B, C et D sont des éléments de la macrofaune, A étant le charançon du bananier, B un autre phytophage, C et D des prédateurs.

Les flèches simples en traits pleins représentent les liens trophiques entre les différents éléments du réseau : à la base de la flèche se trouve l'organisme consommé par celui qui est à la pointe de la flèche.

d'autre part, de changer le réseau trophique présent en y développant une prédation intra-gilde plus importante (Duyck, 2011). L'augmentation de la biodiversité d'un système ne réduit donc pas automatiquement la pression des bioagresseurs et donc du charançon dans

notre cas (Heemsbergen *et al.*, 2004; Landis *et al.*, 2000). Une communauté composée d'espèces ayant des effets différents sur l'écosystème, et pas seulement un grand nombre d'espèces, semble plus apte à améliorer le fonctionnement de l'écosystème et indirectement la prédation (Heemsbergen *et al.*, 2004).

Lorsqu'il y a un déséquilibre au sein des réseaux trophiques, il peut y avoir pullulation de certains ravageurs. Les auxiliaires sont les organismes vivants utiles à l'agriculture par leurs actions régulatrices des ravageurs. (Ferron P. (a), 2002). Ce sont leurs ennemis naturels. Les auxiliaires sont un des maillons du réseau trophique. Ils sont capables d'ajuster l'intensité de leurs actions prédatrices ou parasitaires, après un certain temps de latence nécessaire à leur multiplication. Cette relation de « densité-dépendance » aboutit à des fluctuations alternées des populations des deux antagonistes autour d'un état d'équilibre (Jourdeuil P., 1983). L'auxiliaire, vivant au dépend de sa proie, se développera toujours avec ce temps de latence. Il faut donc accepter un certain développement du ravageur avant qu'il y ait régulation au sein de l'agrosystème.

Afin d'appréhender le fonctionnement des réseaux trophiques, il convient d'analyser dans cette étude les espèces présentes et leur abondance dans l'agrosystème ainsi que la biodiversité qui en ressort. Pour aboutir à une analyse complète du milieu, un autre travail sur les liens trophiques entre ravageur et prédateurs généralistes en utilisant une approche isotopique devrait être réalisé ultérieurement. Plusieurs études suggèrent que la diversité biologique est essentielle pour le maintien d'un équilibre au sein des écosystèmes. Un écosystème agricole stable doit comporter une certaine diversité biologique. La biodiversité des écosystèmes agricoles dépend de quatre facteurs: la diversité des plantes au sein de l'écosystème ou autour de celui-ci, l'intensité des pratiques agronomiques, le maintien d'une diversité de cultures et l'isolement de l'écosystème par rapport aux habitats naturels (Altieri, 2002).

3.2. Les Arthropodes à la surface des sols, des prédateurs possibles dans les réseaux trophiques des vergers d'agrumes et des bananeraies.

Avec près d'un million d'espèces décrites sur Terre, les Arthropodes constituent le groupe le plus diversifié du monde vivant (Heywood, 1995). Ce sont des invertébrés regroupant plusieurs classes dont les Crustacés, les Myriapodes, les Arachnides et les Insectes. Ils sont caractérisés par un squelette externe rigide et des appendices articulés (Roth, 1980). En effet, les Arthropodes ont une bonne répartition dans tous les milieux, un fort taux de reproduction, un faible niveau trophique et une courte durée de vie (Hilty & Merenlender, 2000). De façon plus précise, les Arthropodes peuvent être des bio-indicateurs sensibles de l'intégrité écologique d'un écosystème, du maintien de sa productivité, de sa stabilité ou de sa résilience (New, 1999).

Les Arthropodes se révèlent particulièrement utiles puisqu'ils régulent les populations des autres organismes (incluant les Arthropodes, les Invertébrés et les plantes). Les principaux Arthropodes prédateurs que l'on retrouve à la surface du sol et qui interviennent dans le

contrôle naturel des ravageurs, y compris ceux présents sur les cultures, sont les araignées (Chelicerata), les carabes, les staphylins (Coleoptera: Carabidae et Staphylinidae), les forficules (Dermaptera) et les fourmis (Hymenoptera) (Pearce & Venier, 2006). La contribution des araignées dans la régulation de l'agro-écosystème peut se faire de deux façons : soit via la pression prédatrice d'une ou deux espèces choisies sur un ravageur spécifique, soit l'action du groupe entier sur la biocénose du ravageur. (Lyoussoufi *et al* 1992). Les carabes et les staphylins, en particulier, sont reconnus pour être des prédateurs terricoles qui s'attaquent à un large spectre de ravageurs (Weibull & Granqvist, 2003). Les carabes (*Carabus violaceus*, *Pterostichus madidus*, *Harpalus rubripes*...) peuvent intervenir de manière non négligeable dans la lutte contre les hannetons, mouches, charançons, pucerons, au même titre que les araignées, les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae), les larves de cécidomyie (Diptera: Cécidomyiidae) et de chrysopes (Neuroptera: Chrysopidae) ou encore les parasitoïdes (Hymenoptera: Aphidiidae) (Schmidt *et al.*, 2004). La majorité des Staphylins, quant à eux, sont connus comme étant des prédateurs non spécifiques, se nourrissant de divers Arthropodes au sol comme les petits imagos d'insectes, les larves... (Bohac, 1999).

Les Dermaptères comprenant les forficules ou pince-oreilles présentent aussi un potentiel important de régulations biologique au sein des agro-écosystèmes. Ceux omnivores sont considérés à la fois comme des auxiliaires et des phytophages. Ceux insectivores sont efficaces contre les pucerons dans les vergers européens notamment, et agents de bio-contrôle de nombreux ravageurs comme le psylle du poirier (Tezcan, 2009).

Les fourmis sont reconnues également aujourd'hui comme étant de grands prédateurs au sein des agro-écosystèmes en particulier dans les zones tropicales et subtropicales (Gold *et al.*, 2001 ; Perfecto *et al.*, 1992 ; Way & Khoo, 1992). Elles constituent une grande part de la biomasse animale mais aussi parce qu'elles agissent au sein des agro-écosystèmes du fait de leur voracité et de leur formation en colonies. (Room, 1972) Dans les sous-familles dites évoluées (Myrmicinae, Dolichoderinae et Formicinae), il existe des espèces terricoles strictes dont les ouvrières ne sont actives qu'à la surface du sol. Ce sont dans la plupart des cas des fourmis prédatrices d'autres arthropodes mais peuvent souvent fourrager sur les plantes et exploiter plusieurs espèces d'Homoptères. En ce qui concerne l'activité de prédation, plusieurs espèces terricoles de Ponerinae et Myrmicinae sont spécialisées dans la capture de proies bien précis : myriapodes, isopodes, collembolles, termites et œufs d'arthropodes...(Kenne *et al.*, 1999). Notons que les fourmis peuvent d'un autre côté jouer un rôle protecteur vis-à-vis de ravageurs tels que les pucerons. Friandes de miellat produit par ces derniers, elles pratiquent une forme d'élevage de ces bioagresseurs. Les pucerons, eux, retirent un avantage de cette interaction, principalement une protection contre leurs ennemis naturels. Il s'agit là d'un bon exemple de mutualisme entre deux groupes d'Invertébrés (Verheggen *et al.*, 2009).

Il est donc important de conserver ces arthropodes prédateurs en milieu agricole, tant au niveau de leur abondance que de leur diversité.

3.3. Estimer la biodiversité d'un milieu

La biodiversité d'un agro-écosystème est difficile à mesurer ou à interpréter (Magurran, 1988). Il existe un grand nombre de façons de la quantifier à différentes échelles. Divers indicateurs et/ou mesures sont utiles pour estimer la diversité spécifique d'un milieu. La première manière de quantifier la diversité d'un relevé est d'utiliser les « indices de diversité » et ceux « d'équitabilité ». L'indice de diversité connu le plus sensible aux espèces rares est tout simplement la richesse spécifique, S , c'est-à-dire le nombre d'espèces. Il convient de regarder quelles sont les espèces présentes en termes d'abondance et de localisation entre diverses régions étudiées. Les second et troisième indices de diversité bien connus sont l'indice de Shannon et l'une des formes de l'indice de Simpson (Marcon, 2011). L'équitabilité (Indice de Pielou), variant de 0 à 1, correspond à la diversité relative. Elle tend vers 0 lorsqu'un taxon domine largement le peuplement et vers 1 quand tous les taxons ont la même abondance (Masharabu *et al.*, 2010).

Dans certains cas, la présence d'un prédateur ou son abondance peut donner des indications sur la nature ou le niveau des espèces consommées. Le plus souvent, la notion de bio-indicateurs reste peu précise en dehors de quelques critères comme la valeur indicatrice de la structure des peuplements (Le Tacon *et al.*, 2000). La question des indicateurs pertinents permettant d'estimer l'ampleur de la biodiversité en un lieu et de réaliser des comparaisons entre sites ou de suivre des évolutions temporelles. Ces indicateurs sont généralement fondés sur des groupes bien connus et facilement observables, comme les Arthropodes prédateurs à la surface du sol (Chevassus-au-Louis, 2007).

Le groupe des Arthropodes terrestres est principalement choisi pour mener des études sur les agro-écosystèmes et leurs diversités, pour plusieurs raisons (Duelli *et al.*, 1999):

- Ils sont faciles à stocker et conserver.
- Le risque de porter atteinte à une espèce menacée ou simplement protégée est faible.
- Ils présentent un nombre très important d'espèces et d'individus, ce qui est propice à de bonnes analyses statistiques.
- Ils comprennent la plus grande diversité dans presque tous les habitats, ce qui en fait de bons évaluateurs de biodiversité d'un point de vue quantitatif.
- Ils regroupent de nombreux ravageurs, mais incluent également les principaux auxiliaires (Clergué *et al.*, 2005) et leur influence est reconnue en lutte biologique par conservation (Jonsson *et al.*, 2008). Ceci justifie leur sélection comme indicateurs de biodiversité.

L'utilisation de pièges à fosse est l'un des meilleurs moyens pour capturer la faune épigée du sol (Biaggini *et al.*, 2007). Trois bonnes raisons font que les pièges à fosse sont préférés dans les inventaires de la faune au sol des régions agricoles : (1) la plupart des espèces capturées dans ces pièges sont des prédateurs polyphages (principalement les Carabidae, les Araignées, les Staphylinidae. ..., (2) les pièges à fosse permettent un échantillonnage standardisé et une interprétation comparative, (3) les relevés dans différents types d'habitats

contiennent suffisamment de nombres d'espèces et d'individus pour permettre une analyse statistique standard (Duelli et al., 1999). Parmi les deux types de pièges utilisés au cours des essais (bocaux en verre ou pièges Cosmotrack), le risque de fuite des Arthropodes n'a pas été mesuré. Il serait donc intéressant de comparer leur efficacité en plaçant sur une même parcelle et avec un même contenu les deux types de pièges.

Les informations provenant des communautés d'espèces d'Arthropodes peuvent donc être utilisées pour caractériser correctement chaque aspect d'un écosystème (Finnamore *et al.*, 2002).

Dans le cadre de cette étude qui vise à étayer un premier recensement des Arthropodes prédateurs à la surface du sol en vergers d'agrumes et en bananeraies à la Martinique et la biodiversité en découlant, deux expérimentations ont été menées :

- Un inventaire chez les producteurs d'agrumes et de bananes visant à connaître les Arthropodes présents au sol, la richesse spécifique ainsi que la biodiversité à divers endroits de l'île et selon le couvert végétal du site.
- Un essai ayant pour objet l'influence de la présence d'un couvert végétal sur les Arthropodes se trouvant à la surface du sol et sur leur abondance.

4. Matériels et Méthodes

4.1. Sites d'expérimentation et caractérisations des parcelles

Dix sites vergers d'agrumes et/ou en bananeraies ont été sélectionnés sur l'ensemble du territoire lors de cette étude. En raison des distances à parcourir et des relevés bi-hebdomadaires pour chaque site, les neufs sites servant d'inventaires à la diversité des Arthropodes présents en vergers d'agrumes et bananeraies (numérotés 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 10 sur la carte 3) ont été étudiés sur des périodes différentes entre avril et août 2012.

Les sites expérimentaux (numérotés 5 et 6 sur la carte 3) ont fait l'objet de deux études spécifiques :

- une sur l'influence de la présence de l'enherbement sur une parcelle d'orangers à la station de Rivière Lézarde du CIRAD (site n° 5) mené du 29/03 au 29/04/2012.
- une autre sur le pouvoir attractif de quatre substances (eau, bière, vin et miel) sur une parcelle de Lime à la station de Rivière Lézarde (site n° 5 ; du 03/05 au 24/05/2012) et sur une parcelle de bananiers à la station de Petit Morne (site n° 6 du 03/05 au 24/05/2012 puis du 01/06 au 22/06/2012).

Les parcelles de l'inventaire sont choisies en fonction de l'âge des vergers ou des bananeraies (de préférence en production), de leur faible pente, de leur localisation sur l'île par rapport aux conditions microclimatiques et de leur diversité d'un point de vue couverture végétale.

Les sites étudiés sont les suivants (carte 3):

1. Exploitation de Mr ÉLISABETH-MARIE-FRANÇOISE Henri (Le Prêcheur, Nord Caraïbe ; agrumes - Lime – du 13/07 au 13/08/2012)
2. Exploitation de Mr TREPON Germain (Le Lorrain, Nord Atlantique ; agrumes – Orange- du 23/07 au 23/08/2012)
3. Horti-fruits – Habitation Bellevue- Mr BROSILLE Mathieu (Marigot, Nord Atlantique ; agrumes – Orange - et bananiers ; du 23/07 au 23/08/2012)
4. Habitation Parnasse – Mr ERNOULT Serge (Morne Rouge, Nord Caraïbe, agrumes – Orange – du 13/07 au 13/08/2012)
5. Site expérimental de la station de Rivière Lézarde du CIRAD (Saint Joseph, Centre ; agrumes et trois parcelles de bananiers – 05/04 au 05/05/2012)
6. Site expérimental de la station de Petit Morne du CIRAD/PRAM (Le Lamentin, Centre ; bananiers)
7. Exploitation de Mr DJIRE (Ducos, Centre ; 2 parcelles : agrumes et cultures associées agrumes-bananes ; du 18/05 au 18/06/2012)
8. Exploitation de Mme SOLIS Denise (Saint Esprit, Centre ; agrumes – Lime – du 24/05 au 24/06/2012)
9. Exploitation de Mr PERONNET Jean Pierre (Le François, Centre ; agrumes – Lime – du 01/06 au 01/07/2012)
10. Exploitation La Mauny – Mr MORAVIE Christian (Rivière Pilote, Sud ; agrumes – Lime- du 19/06 au 19/07/2012)

Des prospections préliminaires chez différents producteurs ont été utiles pour acquérir une vue d'ensemble de la diversité des situations rencontrées. Les sites chez les producteurs ont été choisis selon leur localisation géographique d'une part. La zone Nord Caraïbe est représentée par les sites 1 et 4 ; le Nord Atlantique par 2 et 3 ; le Centre par 7, 8 et 9 ; et le Sud par le site 10.

Les sites étudiés englobent divers systèmes de cultures au sein des vergers d'agrumes et des bananeraies avec présence :

- d'un enherbement naturel maîtrisé pour les sites 1, 2, 3, 4, 7.
- d'un enherbement permanent semé pour les sites 5 et 10.
- de « sol nu » (désherbage) pour les sites 5, 8 et 9.
- d'une litière composée de résidus de feuilles et pseudo-tronc de bananiers pour le site 6.

La fréquence des observations a été de deux relevés par semaine au vu de la fragilité de conservation des Arthropodes dans les pièges à fosse au cours du temps et des distances entre les différents sites étudiés.



Carte 2 - Situation géographique des différents essais menés en vergers d'agrumes et bananeraies sur l'île

Une caractérisation des couvertures végétales est effectuée pour chacune des parcelles. La méthode des quadrats est utilisée afin de caractériser la couverture végétale du sol (Fournier & Planchon, 1998; Theau *et al.*, 2010). Quatre piquets forment un premier carré d'1m² dans lequel un inventaire des espèces présentes et de leur pourcentage de recouvrement est effectué (photo 1). La surface de ce carré est ensuite doublée et l'inventaire renouvelé. L'augmentation de la surface échantillonnée est réitérée jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de nouvelles espèces végétales lors de l'agrandissement du carré.



Photo 1 - Détermination de la flore composant l'enherbement des vergers de Mr Djiré (Ducos). Source : Marie PENN

Cette méthode, permet l'évaluation de :

1. l'abondance c'est-à-dire le pourcentage de recouvrement de la couverture végétale mais aussi des espèces la composant
2. la richesse floristique correspondant au nombre d'espèces différentes dans le quadrat.

Les espèces sont identifiées à l'aide de plusieurs flores (Fournet & Hammerton, 1991; Fournet, 2002 et le Guide des adventices de la FREDON Martinique).

4.2. Dispositifs expérimentaux

4.2.1. Inventaire



Photo 2 - Mise en place d'un piège à fosse au ras du sol. Source : Marie PENN

La détermination de la biodiversité d'un écosystème requiert le comptage des êtres le composant. Puisqu'il est impossible de dénombrer intégralement les êtres vivants au sein d'un écosystème donné, aussi, est-on obligé de procéder à des échantillonnages basés sur diverses méthodes.

Pour mener cet inventaire, un type d'échantillonnages est choisi parmi les différentes possibilités : la pose de pièges à fosse ou Pitfall. Les insectes capturés par cette méthode sont stockés au congélateur avant d'être identifiés. Les pièges à fosse utilisés dans les essais (photo 2) sont des pièges Cosmotrack® (N.P.P Calliope, France) qui consistent en un contenant de 11,4 cm de diamètre à l'ouverture enterré et surmonté d'un couvercle le protégeant des intempéries. Le contenant est rempli avec 200 mL d'eau. Quelques gouttes

de liquide vaisselle sont ajoutées pour empêcher l'évasion des individus. Ce type de piège permet de capturer la majorité des arthropodes « marcheurs », dont les charançons et les prédateurs généralistes (Duelli *et al.*, 1999).

Au vu du matériel disponible pour l'étude et du nombre de sites à étudier en même temps, six pièges à fosse sont posés l'aide d'une pelle et d'une tarière sur chacune des parcelles (photo 3). Les pièges sont répartis de manière homogène sur la parcelle à 1,50 m du tronc de l'arbre fruitier ou du bananier.



Photo 3 - Vue d'un piège à fosse. Source : Marie PENN

Une campagne de relevés de quatre semaines est réalisée dans les parcelles d'expérimentations et chez les

producteurs, afin d'obtenir un inventaire qualitatif et quantitatif représentatif entre les producteurs. Les relevés ont lieu tous les trois ou quatre jours, afin de prélever les individus dans les pièges et faciliter ainsi la détermination. Le contenu en eau est renouvelé après chaque comptage. Les individus sont retirés des pièges à l'aide d'une pince souple, d'un entonnoir et d'un pulvérisateur à eau. Ils sont transportés jusqu'au laboratoire dans des tubes remplis d'eau où ils sont identifiés à la loupe binoculaire. L'abondance de chaque groupe dans chaque piège présent dans chaque parcelle est alors notée. Seuls les individus adultes considérés comme prédateurs seront retenus dans les résultats. L'identification des différents taxons s'est faite en utilisant diverses clés taxonomiques. La détermination des genres de fourmis récoltées s'est faite à partir des travaux de Bolton (1997).

4.2.2. Etude de l'influence de la présence d'un couvert végétal

Une étude de l'influence d'un couvert végétal sur les populations d'Arthropodes s'est faite sur un verger d'agrumes (orangers) à la station de Rivière Lézarde du CIRAD du 29 mars au 29 avril 2012. La parcelle étudiée est composée de 30 pieds d'agrumes avec à leur base des carrés enherbés, désherbés ou délaissés de 10 m². Seules les parties enherbées et désherbées sont utilisées dans l'essai. Douze pièges sont enterrés au ras du sol à 1 m de l'arbre sur six carrés enherbés et six désherbés sélectionnés selon l'état de l'arbre s'y trouvant (figure 2). Ce nombre est un bon compromis en termes de contraintes pratiques, tout en permettant une appréciation correcte des prédateurs (Tinzaara *et al.*, 2005).

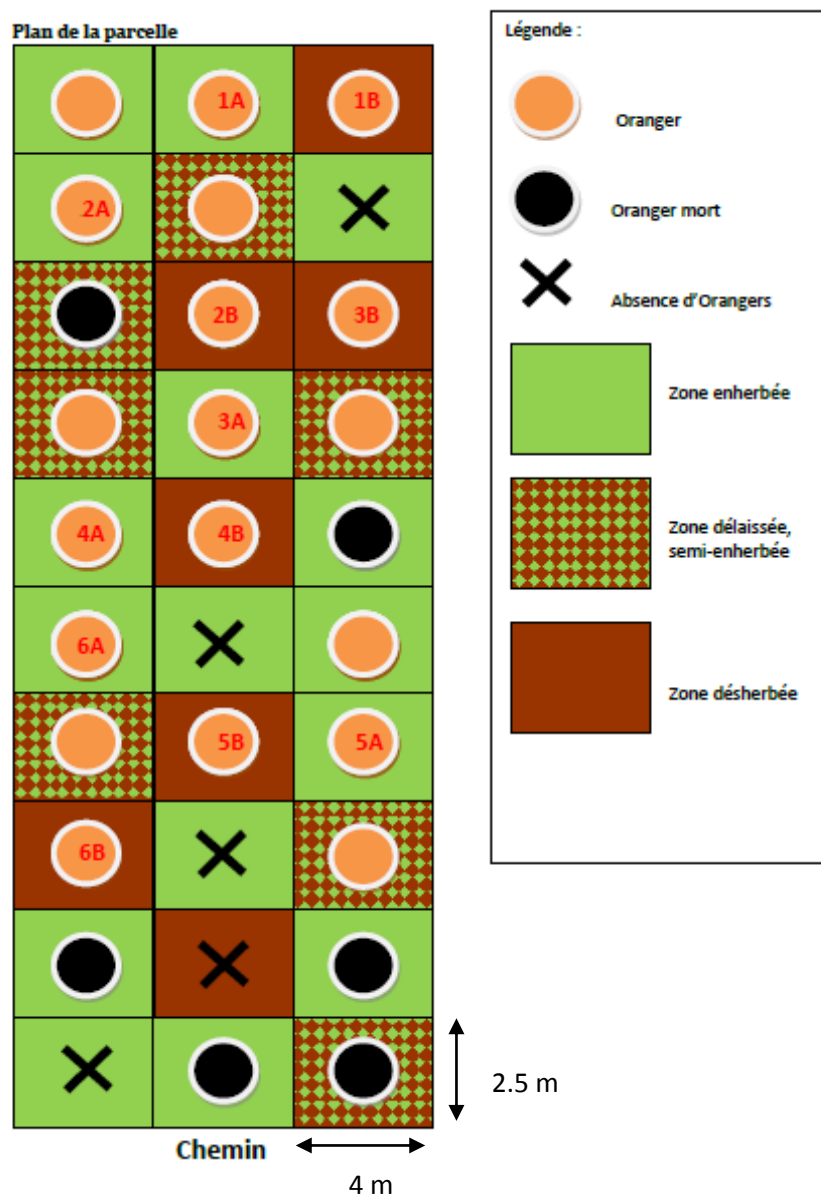


Figure 2 - Plan de mise en place des pièges à la surface du sol à la station de Rivière Lézarde, Saint-Joseph

4.3. Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont réalisées avec le logiciel R (R Development Core Team). L'analyse statistique de l'abondance est réalisée à l'aide d'un modèle linéaire généralisé (GLM pour Generalized Linear Model) avec distribution quasi Poissonienne des erreurs puisque les données engendrent de la sur-dispersion en comparant la déviance résiduelle et le nombre de degrés de liberté résiduels (Crawley, 2009). La variable mesurée est le nombre d'individus piégés des différents taxons. Les facteurs sont les taxons, le temps, le système de culture, les attractants, l'enherbement des parcelles et l'interaction entre ces facteurs. Une analyse des différents indices de diversité (Shannon, Simpson et l'équitabilité de Piélou) est effectuée via le package vegan de R.

5. Résultats

5.1. Inventaire des Arthropodes prédateurs en station d'expérimentation et chez des producteurs d'agrumes et de bananes de l'île

5.1.1. Caractérisation floristique des parcelles étudiées

Les résultats des variables rapportées ou mesurées pour chaque parcelle sont synthétisés dans le tableau 1. La richesse de la flore s'étend de 2 à 15 espèces/m² pour les vergers d'agrumes. La surface du sol des bananeraies étudiées est recouverte soit d'une litière (aucune espèce ou 2 si présence d'adventices sur le site de Marigot) constituée à partir des résidus de bananiers soit par une plante de couverture installée (une espèce). Chaque parcelle diffère par sa richesse floristique et par sa ressource potentielle en adventices. Pour l'ensemble des parcelles étudiées, aucun traitement chimique n'a été appliqué au cours des expérimentations (le seul désherbage chimique s'est fait deux semaines avant la mise en place des pièges au François). Des fauchages ont été effectués sur les sites de Saint Esprit (une fois au milieu de l'essai) et de Rivière Pilote (une fois par semaine).

Concernant le recouvrement au sol de la couverture végétale, le pourcentage varie de 7 à plus de 93% pour les vergers d'agrumes et de 1 à plus de 93% pour les bananeraies. Cette forte hétérogénéité est à corrélérer avec la stratégie des producteurs qui cherchent à contrôler les adventices de la parcelle soit en désherbant soit en installant un couvert végétal. A partir des pourcentages de recouvrement des parcelles, une note définie par la Commission des Essais Biologiques (annexe I) peut être établie pour chacun des sites.

Tableau 1- Variables caractérisant les couverts végétaux des parcelles étudiées lors de l'inventaire (ENM : Enherbement Naturel Maîtrisé, EPS : Enherbement Permanent Semé)

Système de culture	Commune de la parcelle	Pratiques culturales	Richesse floristique (espèces/m ²)	Recouvrement sol (%)	Note (CEB)
Agrume	Le Prêcheur	ENM	15	85 à 93	7
Agrume	Le Lorrain	ENM	12	85 à 93	7
Agrume	Marigot	ENM	8	85 à 93	7
Agrume	Morne Rouge	ENM	5	>93	8
Agrume	Ducos	ENM	5	85 à 93	7
Agrume	Saint Esprit	Désherbage mécanique	3	7 à 15	2
Agrume	Le François	Désherbage chimique	3	7 à 15	2
Agrume	Rivière Pilote	EPS avec fauchage	2	>93	8
Banane	Marigot	Litière	2	1	1
Banane	Saint Joseph	EPS: Paspalum	1	>93	8
Banane	Saint Joseph	EPS: Pueraria	1	>93	8
Banane	Saint Joseph	Sol nu	0	0	1
Agrume-Banane	Ducos	ENM	5	85 à 93	7

5.1.2. Liste des groupes piégés à différents niveau taxonomique et abondance.

L'inventaire d'Arthropodes prédateurs à la surface du sol effectué est le premier de Martinique. La liste des ordres, genres et familles se fait au fur et à mesure des individus piégés et identifiés. Plusieurs groupes d'Arthropodes incluant des prédateurs potentiels ont été capturés à partir des pièges à fosse installés sur les différents sites de l'île. Ces ordres comprennent les Hyménoptères, les Dermaptères, les Hémiptères, les Coléoptères, les Myriapodes, et les Araignées (annexe II). Sur l'ensemble des essais menés, 19 193 individus ont été piégés dans les pièges à fosse. La majorité des individus piégés (18 515) fait partie des Hyménoptères (97 %) (figure 3).

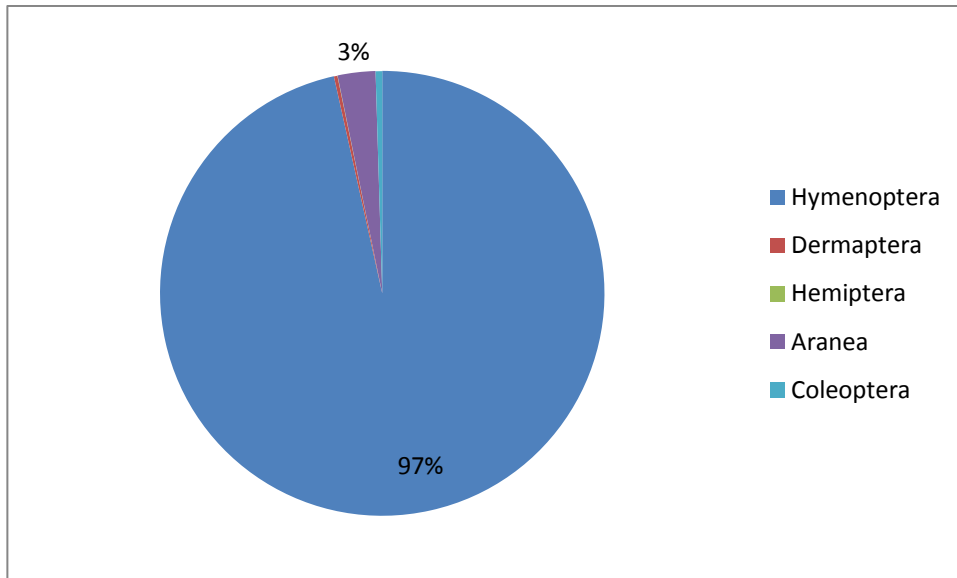


Figure 3- Importance des Ordres d'Arthropodes à la surface du sol sur l'ensemble des essais

Le genre Dermaptera et Hemiptera n'est représenté que par une seule famille, respectivement Carcinophoridae et Reduvidae. Le genre Hymenoptera se décompose en 4 familles (Formicinae, Dolichorinae, Poneriae et Myrmicinae), celui des Coleoptera en Carabidae et en Lampyridae. Au niveau taxonomique des genres, il y en a 22 différents inventoriés. Les insectes sociaux (fourmis) et les araignées prédominent largement par rapport au reste des taxons (annexes III et IV). Parmi les 22 genres trouvés, seuls 12 appartenant tous au genre des Hyménoptères se retrouvent à plus de 2% du total des individus piégés. Le genre Wasmannia est le plus abondant (46 % du total des individus piégés), suivi par Pheidole (18%), Monomorium (9%) et Solenopsis (8%) (figure 4).

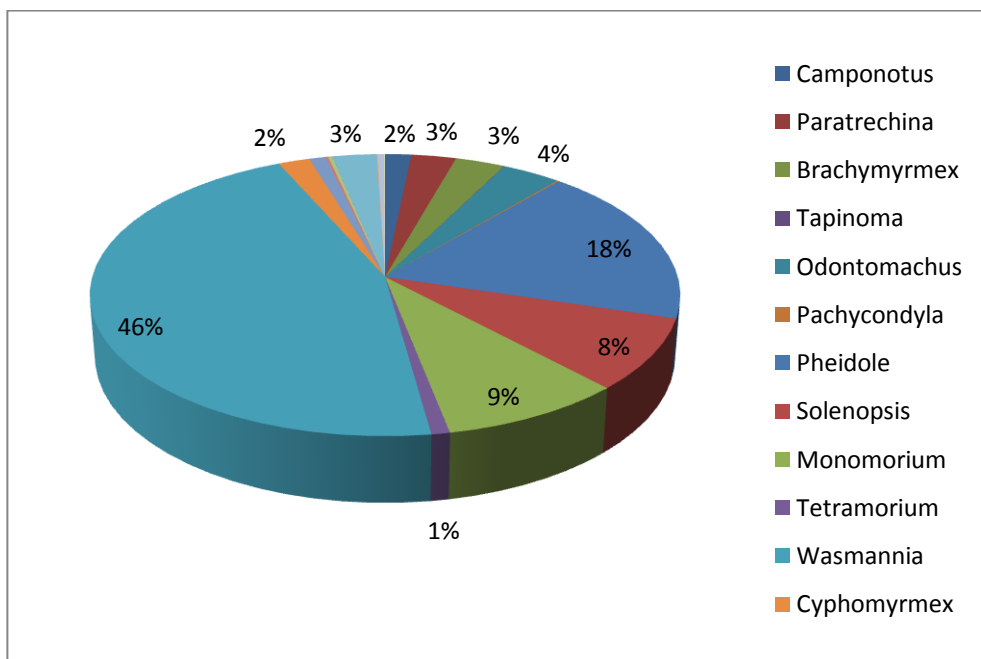


Figure 4- Importance des principaux genres collectés sur l'ensemble de l'île.

5.1.3. Richesse et composition en Arthropodes prédateurs selon la culture en place

A partir des données de l'inventaire, on effectue un GLM (annexe V) avec une distribution quasi-poissonienne qui montre que le site (Déviance= 4840 ;Df= 8 ; 275 ; $P<2.26e-16$), le système de culture (Déviance= 1276.2 ;Df= 2 ; 283 ; $P=1.102e-10$) et l'interaction entre le système de culture en place et les espèces d'Arthropodes trouvées (Déviance= 12667 ;Df= 42 ; 212 ; $P<2.26e-16$) ont un effet significatif sur l'abondance des individus (figure 4). L'effet du genre est analysé par la suite via les indices de diversité.

Trois cultures ont été étudiées au cours de l'inventaire : vergers d'agrumes, bananiers et cultures associés agrumes-bananiers. Une comparaison entre-elles est faite pour les parcelles enherbées uniquement (les parcelles d'agrumes du Prêcheur, du Lorrain, de Marigot, de Morne Rouge, de Ducos et de Rivière Pilote sont retenues pour l'analyse tout comme les bananeraies de Saint Joseph composé d'un enherbement permanent semé). Une première approche entre culture d'agrumes et de bananes montre que pour un même site étudié (Saint Joseph, Marigot et Ducos), la richesse spécifique est plus faible en culture de bananes que d'agrumes : elle va d'une famille répertoriée (Saint Joseph) à 4 (Ducos) en bananeraies contre 4 (Saint Joseph) à 5 (Ducos) en vergers (tableau 2).

Tableau 2- Diversité en familles et genres selon la culture mis en place sur la parcelle

Culture	Familles		Genres	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Agrume	4	5	12	15
Banane	1	4	10	15

La comparaison entre les différentes cultures montre que l'abondance est nettement plus élevée en présence de bananiers que d'agrumes ou que de cultures associées agrume-banane (figure 5). En revanche, la richesse spécifique est plus importante en vergers d'agrumes ou en cultures associées qu'en bananeraies (figure 6).

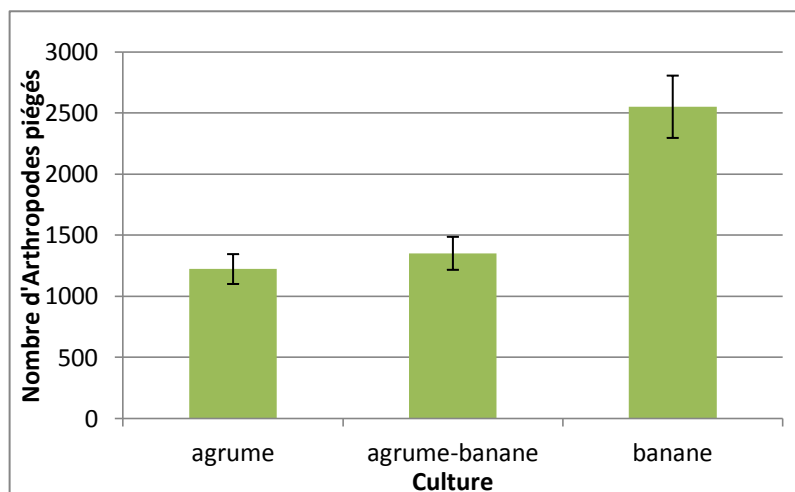


Figure 6 - Abondance relative des Arthropodes (moyenne ± écart-type) selon la culture en place.

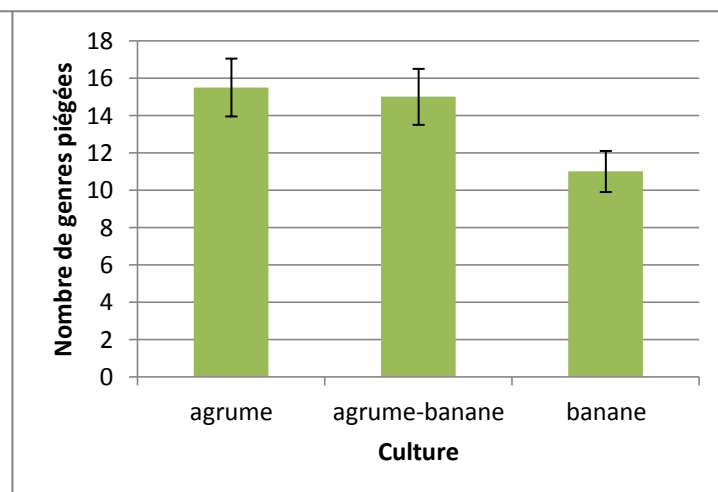


Figure 5 – Richesse spécifique moyenne (avec écart-type) des diverses cultures.

Des facteurs environnementaux et géographiques peuvent influencer sur la variabilité de genres trouvés entre les diverses cultures étudiées. Il convient d'analyser un seul site où les deux cultures sont présentes : c'est le cas du site de Marigot et Saint Joseph. Dans ces deux lieux, une parcelle d'agrumes et une bananeraie située à proximité ont été échantillonnées. La plupart des genres trouvés sont identiques aux deux cultures mais comme pour l'exemple du site de Marigot, certains genres sont spécifiques aux agrumes (*Odontomachus*, *Pheidole*) ou aux bananes (*Tetramorium*, *Strumigenys*) (tableau 3).

Tableau 3- Description des genres identifiés en culture d'agrumes et/ou de bananes

Culture	Genres communs aux deux cultures	Genre propres à une culture
Agrume	<i>Camponotus</i> , <i>Paratrechina</i> , <i>Brachymyrmex</i> , <i>Solenopsis</i> , <i>Monomorium</i> , <i>Wasmannia</i> , <i>Cyphomyrmex</i> , <i>Cardiocondyla</i> , <i>Aranea</i> , <i>Galerita</i>	<i>Odontomachus</i> , <i>Pheidole</i>
Banane		<i>Tetramorium</i> , <i>Strumigenys</i>

5.1.4. Richesse et composition de la faune Arthropode à la surface du sol sur l'ensemble de l'île

Après cette analyse de la composition de la faune Arthropode à la surface du sol selon la culture présente sur la parcelle, il convient de faire une étude des sites uniquement en vergers d'agrumes. Huit sites sont considérés par la suite.

Tableau 4 - Richesse en Arthropodes prédateurs des différents sites échantillonnés

Site	Diversité des familles	Diversité des genres
Ducos	5	15
François	5	15
Saint Esprit	4	15
Rivière Pilote	4	18
Prêcheur	4	17
Lorrain	4	17
Morne Rouge	4	19
Marigot	4	12

La diversité des familles est faible et varie peu entre les sites : elle est comprise entre 4 et 5. Il s'agit des mêmes familles retrouvées sur les différents sites (la famille *Hemiptera* en plus sur les sites de Ducos et du François). Lorsqu'on descend dans la détermination taxonomique, les différences sont plus importantes avec une diversité des genres allant de 12 (Marigot) à 19 (Morne Rouge) (tableau 4). Les sites ayant une diversité de genres plus élevée (>17) sont ceux du Nord de l'île (Prêcheur, Lorrain, Morne Rouge) et celui du Sud (Rivière

Pilote). La richesse en genre des diverses zones géographiques peut être analysé plus en détail :

Tableau 5- Richesse des parcelles et des pièges placés sur cette dernière selon sa localisation géographique

Zone géographique de l'île	Site	Nombre total de genres d'Arthropodes inventoriés	Richesse moyenne par piège	Richesse maximale par piège	Richesse minimale par piège
Nord Caraïbe	Prêcheur	17	10.2	14	10
	Morne Rouge	19	13	17	9
Nord Atlantique	Lorrain	17	12.7	14	11
	Marigot	13	10.8	13	9
Centre	Ducos	15	11.5	15	11
	François	15	10.5	12	8
	Saint Esprit	15	8	12	5
Sud	Rivière Pilote	18	10.6	13	8

Pour une même valeur de richesse totale en genres comme entre ceux de Ducos, François et Saint Esprit, la richesse moyenne par piège peut varier : elle va de 8 (Saint Esprit) à 11.5 (Ducos). Ceci révèle la présence des genres sur l'ensemble de la parcelle (richesse moyenne élevée et proche de la richesse totale) ou à l'inverse sur une partie préférentielle de cette dernière (richesse moyenne faible). Cette répartition hétérogène des individus capturés se voit aussi par l'analyse des richesses minimale et maximale pour un même site. Sur certains sites comme Morne Rouge ou Saint Esprit, la différence entre richesse minimale et maximale est élevée (respectivement de 8 et 7). Cette variation n'est que de trois sur le site du Lorrain (tableau 5).

Tableau 6 - Genres présents sur l'île selon la zone géographique

Groupes communs à tous les sites	Groupes communs aux quatre zones géographiques de l'île	Groupes commun à une zone géographique			
		Nord		Centre	Sud
		Caraïbe	Atlantique		
<i>Camponotus</i> , <i>Paratrechina</i> , <i>Brachymyrmex</i> , <i>Odontomachus</i> , <i>Pheidole</i> , <i>Solenopsis</i> , <i>Monomorium</i> , <i>Wasmannia</i> , <i>Cyphomyrmex</i> , <i>Chlaenius</i> , <i>Galerita</i>	<i>Tetramorium</i> , <i>Strumigenys</i>	<i>Cardiocondyla</i>			<i>Tapinoma</i> , <i>Lamproidea</i>

Les genres inventoriés peuvent être analysés selon la position géographique des sites échantillonnés. Certains genres se retrouvent sur tous les sites étudiés de l'île (*Camponotus*, *Paratrechina*, *Brachymyrmex*, *Odontomachus*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Monomorium*, *Wasmannia*, *Cyphomyrmec*, *Chlaenius* et *Galerita*) et d'autres groupes sur au moins un site de chaque zone géographique (*Tetramorium*, *Strumigenys* et *Dermaptera*). D'autres sont présents sur tous les sites d'une même région comme *Cardiocondyla* pour le Nord de l'île. Il y a des genres inféodés à un site comme *Pachycondyla* trouvé uniquement au Lorrain et *Tapinoma* à Ducos et Rivière Pilote (tableau 6).

Pour comprendre l'effet des parcelles sur les Arthropodes prédateurs piégés, l'abondance et la diversité sont mises en parallèle avec les variables composant le couvert végétal des différents sites c'est-à-dire la richesse et le recouvrement. L'abondance, tous taxons confondus, montre des différences entre les parcelles avec une variation allant de 182 individus piégés à 3032 (annexes III et IV). Globalement, les abondances totales des Arthropodes ne sont pas corrélées à la richesse en espèces végétales du couvert ($R^2=0,1871$) (figure 7). Les abondances élevées ont surtout été retrouvées en bananeraies, pour une richesse en enherbement faible (couvert monospécifique). Lorsqu'on concentre l'étude sur les vergers d'agrumes, hormis une abondance exceptionnellement élevée correspondant au site de Morne Rouge (cinq espèces végétales composant l'enherbement), l'augmentation de la richesse de l'enherbement n'entraîne pas une modification importante de l'abondance en prédateurs. Notons que pour une abondance dépassant 1500 individus piégés, la richesse de l'enherbement est soit de 5 ou de 15 espèces végétales.

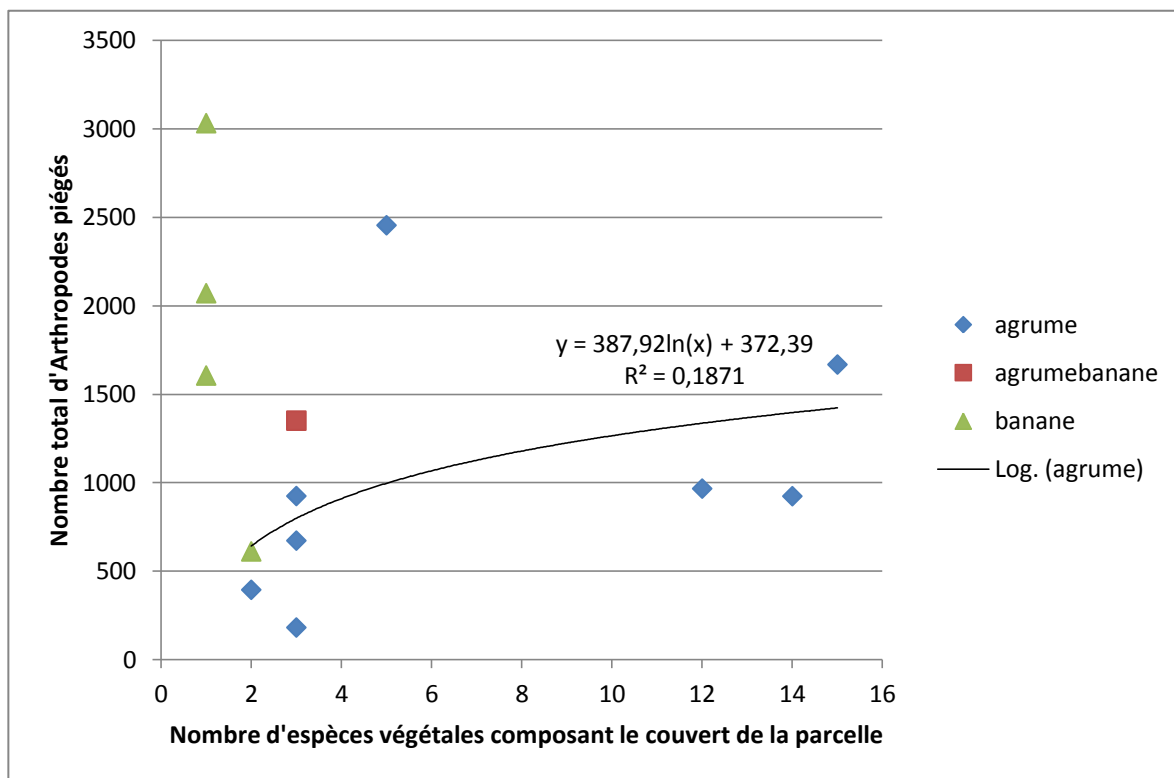


Figure 7 – Abondance totale des Arthropodes piégés selon la richesse du couvert végétal

L'abondance, tous taxons confondus, est également analysée selon l'indice de recouvrement du couvert végétal des parcelles étudiées (figure 8). Comme précédemment, l'abondance des prédateurs ne suit pas un modèle en fonction de la variable ($R^2=0,28$ en agrumes et 0.65 en bananeraies). Les abondances les plus importantes (>1500 individus piégés) se retrouvent globalement pour des indices de recouvrement élevé (7 et 8). Même si l'évolution ne suit aucun modèle, on peut noter qu'en vergers d'agrumes, le nombre total d'Arthropodes augmente avec une plus grande richesse végétale du couvert présent. De même plus le recouvrement du sol par le couvert est important, plus le nombre d'Arthropodes piégés est élevé.

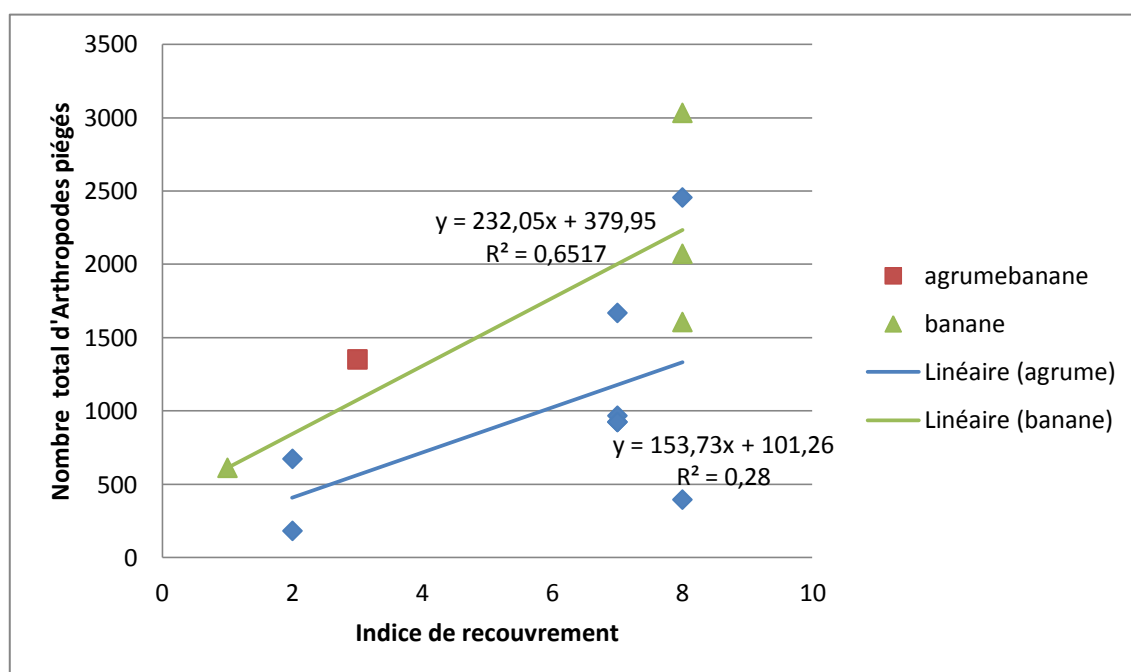


Figure 8 - Abondance totale des Arthropodes piégés selon l'indice de recouvrement de la parcelle par le couvert végétal

Pour chacun des sites, les indices de diversité de Shannon (H), Piélou (J) et Simpson sont calculés. L'indice H varie de 0.15 à 2.24 bits, J de 0.06 à 0.83 et Simpson de 0.04 à .85 (tableau 7). La distribution du nombre de taxons au niveau des relevés et des indices de diversité correspondant ne suit pas une loi normale. Un test de Kruskal-Wallis a été réalisé pour savoir si une différence existe entre les sites étudiés pour les trois indices. Ce test sur l'ensemble des sites a montré une différence significative pour les trois indices de diversité entre les parcelles (P= 0.04433).

Tableau 7 - Indices de diversité et équitabilité par site étudié

Site	Culture	Couvert végétal	Indice de Shannon H	Indice d'équitabilité de Piélou J	Indice de Simpson
Ducos	Agrume	ENM	2.05761	0.7421258	0.8128023
	Agrume-Banane	ENM	2.03829	0.7450322	0.7957741
François Lorrain	Agrume	Désherbé	1.462615	0.5400991	0.5790488
	Agrume	ENM	2.017397	0.7449628	0.8119505
Marigot	Agrume	ENM	1.915606	0.7468395	0.7794176
	Banane	Litière	0.3516987	0.141534	0.1137276
Morne Rouge Prêcheur	Agrume	ENM	1.870958	0.6473072	0.7861517
	Agrume	ENM	2.066186	0.745219	0.8331277
Rivière Pilote	Agrume	ENM	1.970797	0.6956048	0.7848486
Saint Esprit	Agrume	Désherbé	2.246652	0.8296198	0.8587127
Saint Joseph	Banane	EPS	0.1531675	0.06387581	0.0449049
		Paspalum			
Saint Joseph	Banane	EPS	0.7643463	0.3319514	0.3493583
Saint Joseph		Pueraria			
	Banane	Sol nu	0.1622593	0.0676674	0.04787614

Les indices de diversité de Shannon trouvés sont faibles ; ils vont de 0.1 à 2.1 en analysant tous les sites étudiés de l'île. Les indices les plus faibles (< 0.5) sont liés à chaque fois à la culture de banane. Il n'y a pas d'effet de la zone géographique sur la valeur des indices trouvée avec des régions riches ou faibles d'un point de vue biodiversité.

Les indices de diversité sont comparés aux variables composant les couverts végétaux des différents sites (richesse et recouvrement). Les sites en agrumes de Ducos, du Lorrain, du Prêcheur et de Saint Esprit ont les indices de Shannon (>2), de Piélou (>0.7) et de Simpson (>0.8) les plus élevés, révélant une diversité et une équitabilité entre taxons importante. Les parcelles de bananiers de Marigot et de Saint Joseph (*Paspalum* et Sol nu) présentent des

indices de Shannon (<0.5), de Piélou (<0.2) et de Simpson (<0.2) très faibles ; il y a peu de taxons et prédominance de l'un d'entre eux dans ces agro-écosystèmes.

Pour des couverts ayant une richesse faible en espèces végétales, l'abondance en Arthropodes prédateurs est importante (figure 7). Les trois indices de diversité augmentent avec l'enrichissement du couvert en espèces jusqu'à sembler se stabiliser. Le modèle logarithmique est celui se rapprochant le plus des données recueillies pour les trois indices ($R^2= 0.53$) (figure 9).

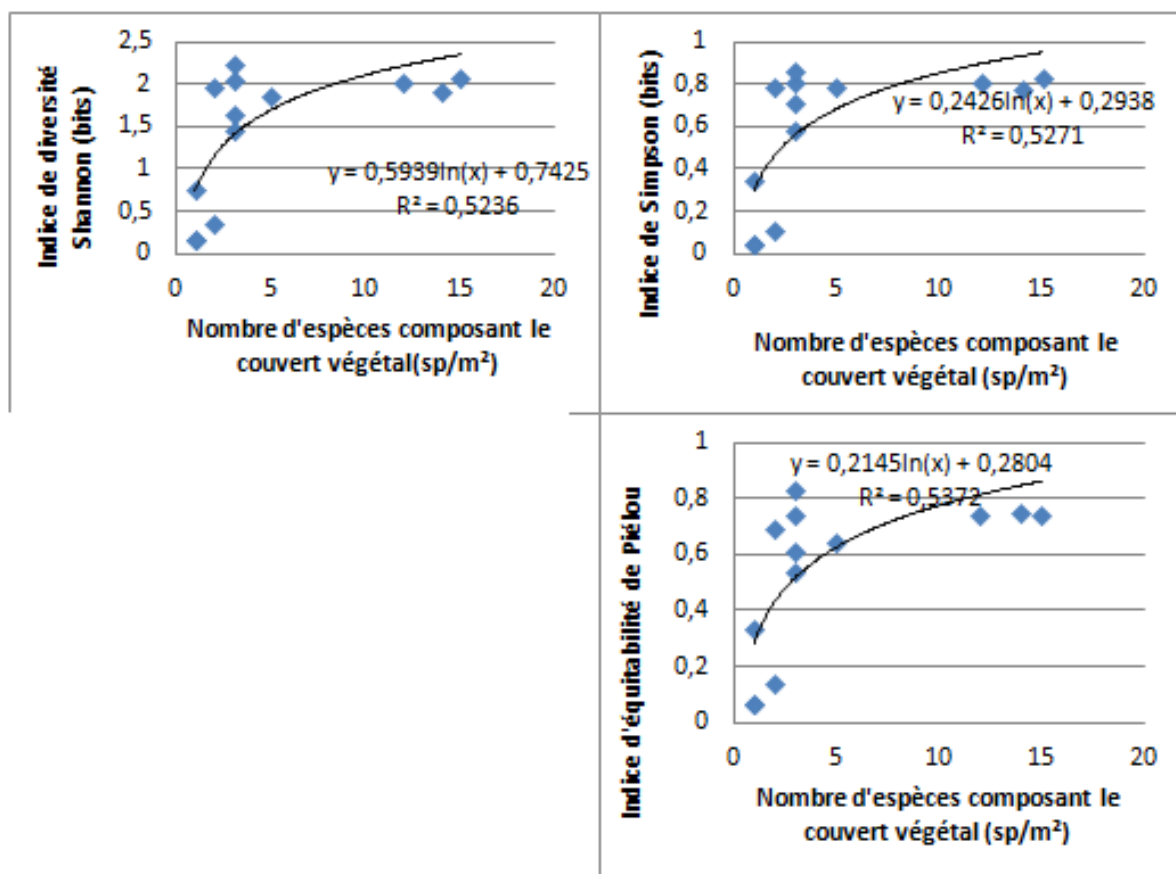


Figure 9 – Indices de diversité et équitabilité en fonction de la richesse du couvert végétal

Les indices de diversité sont analysés selon l'indice de recouvrement de la parcelle par un couvert végétal. La diversité en Arthropodes peut se révéler à la fois élevée ou faible pour un même indice de recouvrement (indice de recouvrement 8) (figure 10).

Les données recueillies sur le terrain indiquent un changement en termes d'abondance des individus piégés au cours du temps. Une courbe d'évolution de l'abondance des Arthropodes piégés au cours de l'inventaire selon la durée de mise en place du piège indique un piégeage massif des individus lors des quatre premiers relevés. Par la suite, l'abondance diminue et tend vers une valeur seuil d'environ 70 individus par jour de piégeage sur une parcelle malgré une légère ré-augmentation au jour 24 (figure 11). De plus, le coefficient de détermination de la courbe exponentielle indique une assez bonne correspondance entre la courbe et les données ($R^2 = 0,858$), et confirme ainsi la tendance d'une diminution rapide au début puis d'une stabilisation.

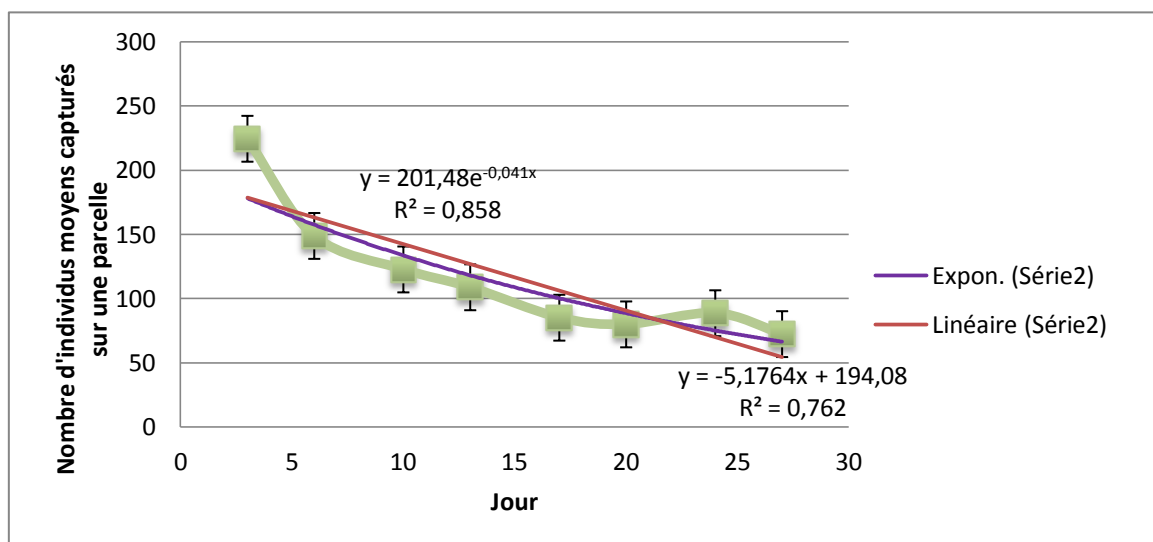


Figure 10 - Evolution de l'abondance relative (moyenne et erreur standard) des Arthropodes piégés au cours du temps chez les différents producteurs d'agrumes et de bananes lors de l'inventaire (pose des pièges à fosse au jour 0)

5.2. Influence de la présence d'un couvert végétal sur la richesse en Arthropodes prédateurs en vergers d'agrumes (station de Rivière Lézarde, Saint Joseph)

Au cours du mois d'expérimentation sur la parcelle d'agrumes de la station de Rivière Lézarde (Saint Joseph), 2279 individus ont été piégés par le dispositif avec 1098 sur les parties enherbées et 1181 sur les parties désherbées. Les Hyménoptères (fourmis) prédominent largement par rapport au reste des ordres (2271 individus) (annexe VI). La présence d'un recouvrement végétal n'a pas d'effet significatif sur l'abondance totale des différents genres (Déviance= 1.2 ; Df= 1 ; 394 ; $P=0.576$). Les taxons (Déviance=7375.3 ; Df= 21 ; 372 ; $P<2.26e-16$) et l'interaction des taxons avec la présence d'un couvert végétal (Déviance= 248.7 ; Df= 21 ; 350 ; $P=4.637e-06$) sont par contre des facteurs significatifs sur l'abondance des genres capturés (annexe VII).

Tableau 8 - Richesse des parcelles selon la présence d'un couvert végétal ou non

	Nombre total de genres inventoriés	Nombre de relevés	Richesse moyenne par piège	Richesse minimale par piège	Richesse maximale par piège
Désherbé	10	66	6.72	7	10
Enherbé	13	66	8.09	3	9
Global	13	122	7.4	3	10

La faune Arthropode à la surface du sol pour cette expérimentation est riche de 13 genres, inventoriée dans 122 relevés. A l'observation de la richesse spécifique par modalité (désherbé, enherbé), on constate globalement que les parcelles représentent un faible nombre de groupes. C'est le milieu désherbé le plus pauvre en Arthropodes à la surface du sol.

Si nous considérons la diversité spécifique par piège, elle est très variable et maximale pour les parcelles désherbées : 7 à 10 groupes inventoriés contre 3 à 9 pour celles enherbées (tableau 8).

La diversité d'ordres d'Arthropodes prédateurs à la surface du sol est égale à 4 (Aranea, Coleoptera, Hymenoptera et Scolopendromorpha) pour les parcelles enherbées et seulement de 1 pour celles désherbées. L'ordre des Aranea, Coleoptera et Scolopendromorpha est représenté par une seule famille et un seul genre. L'ordre des Hymenoptera est uniquement composé par la famille de Formicidae mais de 3 sous-familles (Formicinae, Poneriae, Myrmicinae) et 10 genres.

Il est intéressant de se pencher sur les genres présents au niveau de chaque modalité.

La richesse spécifique reste similaire entre parties désherbées (10 genres) et enherbées (13). La plupart des genres ne sont représentées par une espèce à part celui des Phéidoles compos de 3 espèces et Solenopsis de 2. Ce sont les mêmes genres qui sont représentées dans les deux modalités ; vient se rajouter 3 autres pour les parcelles enherbées (tableau 9).

Tableau 9 - Genres identifiés dans les parcelles enherbées ou non

Modalité	Genres communs	Genres propres
Enherbé	<i>Camponotus</i> , <i>Paratrechina</i> , <i>Brachymyrmex</i> , <i>Odontomachus</i> ,	<i>Chlaenius</i> , <i>Aranea</i> , <i>Scolopendridae</i>
Désherbé	<i>Pheidole</i> , <i>Solenopsis</i> , <i>Monomorium</i> , <i>Tetramorium</i> , <i>Wasmannia</i> , <i>Cyphomyrmex</i> ,	

En prenant en compte l'abondance des différents genres un à un selon la présence d'un couvert ou non, le genre *Pheidole* prédomine dans les deux cas (figure 12).

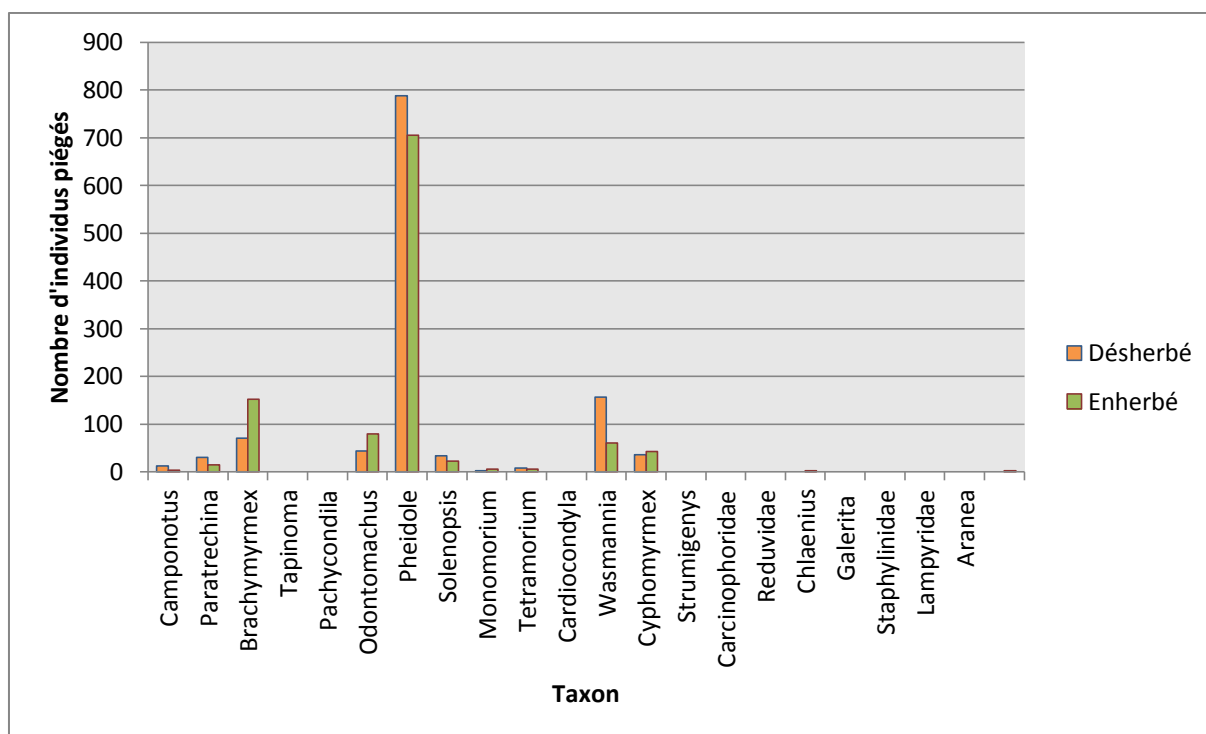


Figure 11 - Abondance totale selon la présence d'un enherbement ou non sur un mois d'essai dans un verger d'agrumes (Orange).

Les calculs des indices de diversité ne permettent pas de conclure quant à une différence concrète entre parties enherbées et désherbées, le test de Kruskal-Wallis n'étant pas significatif. L'indice d'équitabilité de Pielou, plus proche de 1 que de 0, ne confirme pas la prédominance de taxons au sein des relevés (tableau 10).

Tableau 10 - Moyenne (\pm écart-type) des indices de diversité de Shannon, Pielou et Simpson pour chaque traitement et résultat du test de Kruskal-Wallis (NS=Non significatif, classes de probabilités **: $P < 0.01$, * : $P < 0.05$)

	Désherbé	Enherbé	Test de Kruskal-Wallis
Indice de Shannon	3.01 \pm 1.73	3.02 \pm 1.74	NS
Indice d'équitabilité de Pielou	0.69 \pm 0.08	0.72 \pm 0.09	NS
Indice de Simpson	0.88 \pm 0.09	0.89 \pm 0.09	NS

L'indice de diversité de Shannon (valeur moyenne par piège) est supérieur pour les parcelles enherbées que désherbées. Les parcelles enherbées sont en moyenne et en valeur absolue plus diversifiées que celles désherbées.

6. Discussion

Cette étude donne des premières informations sur la diversité des peuplements en Arthropodes prédateurs à la surface des sols de certaines cultures à la Martinique. Les individus capturés (et déterminés jusqu'au genre) étant majoritairement des fourmis, la discussion prendra en compte les facteurs jouant sur la présence de ces dernières en termes d'abondance et d'espèces, et plus globalement sur la biodiversité qui peut en ressortir.

6.1. Caractérisation des parcelles étudiées et des systèmes de culture échantillonnés

Les différents sites choisis semblent assez bien refléter les diverses situations possibles chez les producteurs d'agrumes avec sept parcelles échantillonnées et trois types de couverts différents. En revanche, en culture associée agrume-banane, seul un champ a été inventorié. De même, une seule parcelle de producteur a été étudiée en bananes, les trois autres se trouvant en stations d'expérimentation du CIRAD. Les résultats trouvés en culture associée et en bananeraie sont à confirmer par l'étude complémentaire d'autres parcelles. De plus, les pratiques culturales utilisées en bananeraies induisent la présence d'une litière composée de résidus de bananiers ou la mise en place d'un enherbement permanent semé (plantes de couverture). Il paraît difficile de trouver chez un producteur une bananeraie comportant une richesse et un recouvrement élevés.

Selon les valeurs des variables, les parcelles se distinguent en trois groupes :

- Une richesse et un recouvrement faibles regroupent les parcelles désherbées pour les vergers d'agrumes ou composées d'une litière formée à partir des résidus de bananiers pour les bananeraies ;
- Une richesse faible avec un recouvrement fort caractérisent les parcelles composées d'un enherbement permanent (mise en place de plante de couverture) ;
- Des fortes valeurs de richesse et recouvrement concernent les parcelles ayant un enherbement naturel maîtrisé par fauchage.

Les trois cultures pérennes étudiées peuvent être comparés vis-à-vis de la richesse en Arthropodes prédateurs à la surface du sol. La diversité est meilleure en vergers d'agrumes et en cultures associées agrume-banane, ce que confirme Altieri (2004) en montrant que dans les cultures pérennes la diversité est plus riche dans les vergers que dans les plantations de bananes puisque, sur le temps, il y a moins de perturbations de l'agro-écosystème dans les vergers. Notons qu'en plus, au sein des parcelles étudiées, aucune perturbation n'a eu lieu : les producteurs n'ont effectués ni fauchage, ni traitement le temps de l'expérimentation. Ces résultats restent cependant à confirmer au vu du faible nombre de sites étudiés en cultures associées et bananeraies comparé aux vergers d'agrumes.

6.2. Rôle des groupes inventoriés dans l'agrosystème et potentiel prédateurs des Arthropodes

Groupe	Régime alimentaire	Rôle du groupe dans la lutte contre les ravageurs
Camponotus	Omnivore	Prédation du stade larvaire des charançons de la canne à sucre <i>Diaprepes abbreviatus</i> Linnaeus (Sirjusinghi <i>et al.</i> 1992)
Paratrechina	Omnivore	
Brachymyrmex	Omnivore, nectarivore	<i>B. obscurior</i> mentionné comme prédateur de <i>D. abbreviatus</i> (Sirjusinghi <i>et al.</i> 1992)
Tapinoma	Nectarivore	<i>T. melanocephalum</i> prédateur de <i>D. abbreviatus</i> (Sirjusinghi <i>et al.</i> 1992; Abera-Kalibata <i>et al.</i> 2006).
Odontomachus	Prédateur généraliste	<i>O. troglodytes</i> prédatrices des œufs de <i>C. sordidus</i> (Abera-Kalibata 2007) et des larves de <i>D. abbreviatus</i> (Sirjusinghi <i>et al.</i> 1992)
Pachycondyla	Prédateur généraliste	
Pheidole	Omnivore	De nombreuses espèces ennemis naturels de <i>C. sordidus</i> (Sirjusinghi <i>et al.</i> 1992; Abera-Kalibata <i>et al.</i> 2007) et <i>D. saccharalis</i> (Adams <i>et al.</i> 1981, Rossi & Fowler 2004). Prédateurs de <i>Eldana saccharina</i> Walker dans les cultures de canne à sucre en Afrique (Girling 1978) et de <i>Chilo sacchariphagus</i> Bojer sur l'île de la Réunion (Goebel 1999).
Solenopsis	Omnivore, graminivore	Impliqué dans le contrôle de <i>C. sordidus</i> en Guadeloupe (Sirjusinghi <i>et al.</i> 1992) et <i>D. saccharalis</i> (Fowler <i>et al.</i> 1991)
Monomorium	Omnivore	
Tetramorium	Omnivore, nectarivore	Prédateur de <i>C. sordidus</i> à Cuba (Roche & Abreu 1983) et en Afrique du Sud, de <i>D. abbreviatus</i> en Floride (Sirjusinghi <i>et al.</i> 1992).
Wasmannia	Omnivore, nectarivore	Ennemi naturel potentiel de <i>C. sordidus</i> (Sirjusinghi <i>et al.</i> 1992)
Cardiocondyla	Omnivore, nectarivore	Prédateur des larves et œufs de <i>D. abbreviatus</i> à Porto Rico (Sirjusinghi <i>et al.</i> 1992).
Dermaptera	Omnivore	Prédateurs de <i>C. sordidus</i> (Gold <i>et al.</i> 2001)
Reduviidae	Omnivore	Ennemi naturel de <i>C. sordidus</i> (Sirjusinghi <i>et al.</i> , 1992; Gold <i>et al.</i> , 2001).
Aranea	Généraliste	Acteurs majeurs des agrosystèmes (Cocquempot & Chambon, 1989) et prédateurs du genre <i>Diatraea</i> (Negm et Hensley, 1972).
Carabidae	Généraliste	Ennemis naturels de <i>C. sordidus</i> (Gold <i>et al.</i> , 2001) et <i>D. saccharalis</i> (Negm & Hensley, 1972)
Lampyridae	Généraliste	Prédateurs des œufs de <i>C. sordidus</i> (Gold <i>et al.</i> , 2001)

Il faut noter que certains genre comme *Paratrechina* sont peu ou encore mal connus comme prédateurs au sein des agrosystèmes. La fourmi *P. longicornis* est même considérée aujourd'hui comme une des huit fourmis les plus dangereuses à l'échelle mondiale. Elle est classée comme peste à deux titres. D'une part elle est un Attila biologique accompli, faisant le vide de tout ce qui ne lui est pas utile dans son domaine, d'autre part, et à l'instar d'autres super-envahissantes, elle élève en masse les aphidiens (pucerons et cochenilles) pour en traire les miellats sucrés et protéinés, au détriment des plantes hôtes, donc des cultures humaines (Wetterer *et al.*, 2003). Les genres *Cyphomyrmex*, *Monomorium* et *Strumigenys* ne sont pas

encore connus comme étant des acteurs potentiels dans la lutte contre les ravageurs au sein des agrosystèmes.

Les prédateurs potentiels trouvés sont principalement des fourmis. Elles dominent en termes nombre de genres et nombre d'individus. L'importance des fourmis dans cet inventaire complexifie l'analyse de la diversité. Par leur caractère social, les fourmis peuvent se déplacer en colonie et envoyer des signaux d'alarme entre elles ; ce qui pourrait biaiser l'échantillonnage d'un piège et d'une parcelle plus généralement. Cette dominance ne peut s'expliquer par la culture puisque en bananeraies tout comme en vergers d'agrumes, il y a autant de genres et d'individus appartenant aux Hyménoptères en comparaison des quatre autres ordres possibles de trouver sur l'île. Il n'y a pas d'effet géographique sur cette prédominance puisqu'elle se retrouve sur l'ensemble de l'île.

La présence des genres (*Camponotus*, *Paratrechina*, *Brachymyrmex*, *Odontomachus*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Monomorium*, *Wasmannia*, *Cyphomyrmex*) sur tous les sites étudiés permet de conclure à un établissement de ces derniers sur l'ensemble de l'île. La présence de certains genres comme *Tapinoma* sur un faible nombre de site peut être due à son régime alimentaire. Les fourmis *Tapinoma* ont été présentes préférentiellement sur culture de bananes et sur des temps limités au cours d'échantillonnage correspondant souvent au moment où des régimes de fruits se trouvaient dans les bananeraies. Son régime nectarivore expliquerait ce piégeage limité et périodique. On retrouve cela pour *Cardiocondyla* et *Wasmannia*.

6.3. La Martinique, une île à faible diversité en Arthropodes prédateur à la surface du sol.

La valeur de richesse spécifique reste faible avec seulement 22 genres d'Arthropodes prédateurs potentiels sur l'ensemble de l'île échantillonnée. Cette faible diversité se retrouve dans les indices de Shannon également avec des maximums trouvés de l'ordre de 2. Il semble y avoir une faible diversité globale des Arthropodes à la Martinique. La particularité de l'île peut expliquer le peu de genres trouvés. Il s'agit d'une île isolée de petite taille et qui est encore très jeune (seulement 3 M d'années). Il y a eu peu de possibilité d'échanges avec les continents et d'établissement de populations variées d'Arthropodes. On compterait seulement une trentaine d'espèces de fourmis sur l'île et une cinquantaine d'Arthropodes prédateurs.

Dans les Antilles françaises, Jaffé et al (1990) ont étudiés la prédation d'une famille d'Arthropodes, les fourmis, sur les larves du charançon du bananier *Diaprepes abbreviatus* L. Germar 1824 mais uniquement en vergers de lime. En Guadeloupe, 59 espèces réparties en 5 sous-familles ont été décrites (Jaffé & Lattke, 1994). En tenant compte seulement des genres principaux, 16 sont dénombrés. 10 sont communs à ceux trouvés dans notre inventaire (*Odontomachus*, *Brachymyrmex*, *Paratrechina*, *Camponotus*, *Tapinoma*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Wasmannia*, *Monomorium*, *Cyphomyrmex*). Les 6 autres (*Ectatomma*, *Nylanderia*, *Azteca*, *Crematogaster*, *Leptothorax* et *Mycocepurus*) n'ont pas encore été vus en Martinique. Cette étude de Jaffé prenait aussi en compte un site de Martinique, celui de Saint Joseph où les genres échantillonnés par l'inventaire se retrouvent dans l'étude. D'autres genres avaient

été identifiés (*Nylanderia*, *Mycocephurus*, *Crematogaster* et *Anochetus*) par Jaffé. Cette pauvreté en termes de diversité et la dominance des fourmis avait donc déjà été établi par cette étude.

6.4. Influence du recouvrement parcellaire sur l'abondance et la biodiversité en Arthropodes prédateurs

Outre l'abondance en individus et la richesse d'un agrosystème, il est également intéressant d'étudier l'équilibre entre les genres le composant. La comparaison entre un enherbement et un sol nu en vergers d'agrumes sur la station de Rivière Lézarde n'a pas permis de conclure quant à une différence de l'abondance ou de la richesse des Arthropodes prédateurs. En absence d'indices de Shannon, Piélu et Simpson significatifs, il n'est pas possible de confirmer l'hypothèse que le couvert a une influence sur la diversité des Arthropodes présents. Dans le verger d'agrumes étudié, les modalités enherbement et sol nu sont inventoriés côte à côte sur des carrées de 10 m². La proximité et la petite taille des parcelles peuvent favoriser les interactions entre elles et expliquer l'absence de différences entre les modalités étudiées. Le déplacement rapide des fourmis provoque une surreprésentation de cet ordre et des interactions entre les parcelles échantillonnées de trop petite taille.

La richesse du couvert (adventices et espèces végétales présentes –semées ou non-) influent sur la diversité et l'abondance des insectes herbivores et des ennemis naturels associés dans les systèmes de culture. Des plantes de couverture comme *Paspalum* ou *Pueraria* jouent un rôle écologique important en augmentant l'abondance d'individus présent dans l'agro-écosystème, permettant la diminution et le contrôle des ravageurs (Altieri, 2004) Panzer et Schwartz (1998) ont observé que la richesse des espèces végétales expliquait 49% de la variation de richesse des espèces d'Arthropodes selon diverses zones étudiées.

L'importance des ressources alimentaires en termes d'abondance (fort recouvrement) et de diversité (nombreuses espèces végétales) favorise la diversité des Arthropodes prédateurs. En effet, la richesse et le recouvrement de ces couverts sont sources supplémentaires de nourriture pour les herbivores puis des Arthropodes prédateurs de ces derniers mais aussi pour ces prédateurs directement (consommation de productions végétales comme le pollen ou le nectar). L'abondance de ressource alimentaire représentée par une richesse floristique du couvert élevée peut changer les relations trophiques du système en faveur d'une diversité plus importante en Arthropodes prédateurs au sol (Stacy, 2006).

6.5. Effet de la richesse du couvert végétal sur l'abondance et la diversité en Arthropodes prédateurs

Dans les parcelles d'agrumes et de bananeraies inventoriées, un couvert végétal recouvrant et riche en espèces végétales favorise la biodiversité en Arthropodes du milieu. L'abondance d'individus peut néanmoins être forte même pour une couverture végétale peu diversifiée. L'étude de la richesse des Arthropodes s'est faite selon le recouvrement et le

système de culture mais tous taxons confondus. Seuls les indices de diversité donnent des conclusions quant à la prédominance de certains taxons. L'influence du couvert sur chacun des taxons n'a pas été étudiée.

Il n'y a pas de lien direct entre diversité végétale de l'enherbement des parcelles et diversité en Arthropodes prédateurs. Des couverts végétaux peu riches comme ceux observés en bananeraies peuvent contenir un grand nombre d'Arthropodes mais seulement quelques taxons de ce groupe. Les indices de diversité de Shannon et de Simpson (celui-ci prenant en compte les espèces rares) y sont alors faibles et l'équitabilité proche de zéro. On en déduit qu'il y a prédominance d'un ou de quelques taxons au sein de ces agro-écosystèmes. Les nombres totaux d'individus piégés pour ces parcelles (annexe III) montrent une dominance très nette par la fourmi *Wasmannia*. Il s'agit probablement de l'espèce *W. auropunctata* dont l'aire native serait l'Amérique Centrale et la zone Caraïbe, et est citée de la Martinique. Cette espèce est définie comme invasive, fortement compétitive et super-prédatrice (Wetterer & Porter, 2003). Des études réalisées par Jourdan (1999) en Nouvelle-Calédonie ont montré que *Wasmannia auropunctata* fait disparaître l'ensemble des fourmis de ces régions. Dans les zones où cette espèce est présente, elle entre en compétition avec les autres espèces de fourmis préexistantes, en établissant une relation de parasitisme et de prédation à la fois pour les sites de nidification et pour les ressources alimentaires. Cet impact est ressenti tant dans l'abondance qu'au niveau de la richesse spécifique des autres espèces de fourmis (Ndoutoume, 2007). Des études dans son aire native (Estoup, 2005) suggèrent que la présence d'activités humaines modifie profondément la biologie de *W. auropunctata*. Dans les zones non-perturbées, cette espèce est non-envahissante, majoritairement sexuée et rarement clonale. Au contraire, dans les zones perturbées par l'homme, *W. auropunctata* est une espèce envahissante, majoritairement clonale et rarement sexuée. La reproduction clonale de cette fourmi leur conférerait un avantage sélectif, non pas démographique mais adaptatif, en leur permettant d'occuper une niche environnementale très différente de leur niche naturelle, ou d'exploiter au mieux des ressources abondantes. La mise en place d'un enherbement permanent semé comparé à un enherbement naturel favoriserait le caractère invasif de *Wasmannia* au sein des parcelles agricoles de l'île du fait d'un plus grand nombre de manipulations humaines au sein du l'agrosystème. Plus généralement une perturbation du milieu entraîne une diminution de la richesse de celui-ci mais une explosion du nombre d'individus du fait de la dominance des espèces exotiques ou agressives (après fauchage par exemple chez les producteurs d'agrumes) (Folgarait *et al*, 1998).

Dans les vergers d'agrumes, milieux peu perturbés, *Wasmannia* est abondante, surtout dans le Nord de l'île (région de forte production agricole) mais peu ou pas dominante. Lorsqu'on l'a trouvé en abondance dans les vergers, cette espèce était associée à un grand nombre de *Monomorium*, de *Solenopsis* et dans une moindre mesure d'*Odontomachus*. En bananeraies, la présence de fourmis autre que *Wasmannia* en quantité ne s'est vu qu'en présence d'un enherbement permanent semé de *Pueraria* où il y avait un nombre élevé d'*Odontomachus*. Le système de culture bananier demandant un suivi régulier par la coupe des régimes de bananes, des feuilles et des pseudo-troncs de bananier constituant la litière, semble accentuer la prédominance de ce taxon au détriment des autres.

6.6. Qualité du piégeage lors de l'inventaire

Sur l'ensemble des individus piégés au cours de cet inventaire, plus de 90% des individus sont des fourmis (annexes II). Folgarait *et al.* (1998) montrent qu'il y a une corrélation négative entre la diversité en Coléoptères et celle en fourmis, les fourmis se trouvant piégées en grande quantité et rapidement en général ; ce qui fait de ces individus un groupe intéressant pour le calcul de biodiversité des agrosystèmes. Seule cette famille peut être utilisée pour donner un exemple de l'importance des Arthropodes et la biodiversité (Agosti *et al.* 2000, Lasalle et Gauld 1993). Ces derniers notent que les fourmis influencent fortement la fonctionnalité des écosystèmes. Les fourmis dominent par leur biomasse massive, manipulent la composition d'espèce, influencent des interactions trophiques, possèdent de nombreuses relations symbiotiques ou mutualistes.

L'analyse du nombre moyen d'individus trouvés par les pièges à fosse en fonction de la durée depuis la mise en place du piégeage remet en cause son efficacité lors de l'inventaire des couverts végétaux en vergers d'agrumes et bananeraies (figure 16). La régression exponentielle servant de modèle à l'évolution de l'abondance ($R^2 = 0.86$) prouve qu'il y a une chute importante du nombre d'Arthropodes piégés rapidement. Différentes hypothèses peuvent expliquer cette baisse brutale. La majorité des individus piégés sont des insectes sociaux, les fourmis. Se déplaçant en colonies, le piégeage d'un nombre massif d'individus à la mise en place des pièges est fort probable comparé à d'autres taxons. Il est possible que par la suite, les fourmis, sentant un danger, émettent des phéromones d'alarme envers les autres individus de la colonie d'où une chute du nombre capturés. Une autre possibilité est qu'il y ait un épuisement du milieu environnant échantillonné après un certain temps d'où une diminution par la suite. Cependant les chasses à vue effectuées confirment la présence des fourmis à proximité des pièges même en fin d'expérimentation tout comme l'utilisation de substances attractives comme le miel où la capture d'insecte croît exponentiellement au cours du temps.

La richesse spécifique entre les pièges d'un même site peut varier : certains pièges vont « recueillir » plus d'individus mais surtout plus de genres d'Arthropodes. Les prélèvements au niveau d'un piège ne sont pas représentatifs de la parcelle étudiée. L'échantillonnage n'est pas homogène. Il y a un effet de l'environnement de la parcelle : les pièges placés plus en bordure peuvent attirer des individus présents dans les talus, haies ou autres parcelles l'encerclant.

La saisonnalité n'a pas eu d'effet sur la capture des taxons hormis les carabes qui n'ont été présent qu'à partir de début juin. Les Carabidae sont des insectes très sensibles aux variations environnementales (Butterfield *et al.*, 1995 ; Ings et Hartley, 1999). De façon spécifique, l'humidité, la lumière et la température sont des facteurs importants qui influencent la distribution des Carabidae dans un habitat (Judas *et al.*, 2002). Cette absence de saisonnalité dans la capture des fourmis par les pièges à fosse a été également observée par Abdera Kalibata (2007). Basu (1997) a déclaré que la plupart des espèces de fourmi étaient inertes en saison sèche.

6.7. Perspectives et améliorations

Au vu du pouvoir attractif du miel pour les différents habitats présents sur l'île de la Martinique, il semblerait judicieux de travailler avec cette substance lors des futurs piégeages d'individus chez les producteurs et/ou en stations d'expérimentation.

Afin de comprendre plus précisément qu'est ce qui favorise la richesse des Arthropodes dans les couverts végétaux, il conviendrait d'analyser les relations trophiques des systèmes. Des analyses isotopiques dans un premier temps permettraient de confirmer les ressources alimentaires utilisées par les taxons trouvés et confirmer leur caractère de prédateurs au niveau des vergers et bananeraies de l'île. Pour confirmer que l'augmentation de ressource alimentaire par la mise en place d'un couvert stimule la présence massive des Arthropodes, il serait judicieux d'effectuer des analyses des ADN stomacaux des individus retrouvés. Ceci permettrait de voir si ce contenu révèle la présence de nouveaux herbivores dû à une augmentation de la richesse végétale du couvert ou de son fort recouvrement ou directement voir s'il y a présence de cette ressource supplémentaire dans les estomacs des Arthropodes. Ce travail pourrait établir des conclusions plus précises sur la répercussion des variables recouvrement et richesse du couvert végétal sur l'abondance et la diversité en Arthropodes.

Des études en station expérimentale pourraient accompagner ces analyses de contenus stomacaux :

- la comparaison d'un sol nu avec des enherbements de même recouvrement comportant une espèce, puis 2, 3 et plusieurs espèces.
- La comparaison d'un sol nu avec des enherbements de recouvrement différents mais de richesse identique (une seule espèce au départ, deux ou trois espèces par la suite). Il serait possible de voir si l'espèce végétale recouvrant a une influence en elle-même en faisant cette expérimentation avec un couvert monospécifique (par exemple *Neonotonia wightii*...)

Ces études tenteraient d'isoler chacun des facteurs afin de pouvoir en tirer des conclusions probantes. Il serait intéressant que l'influence du couvert végétal (richesse et recouvrement) soit vu pour chacun des taxons par la suite et non sur le total des Arthropodes piégés.

L'étude du réseau trophique de ces prédateurs serait judicieuse car elle permettrait de définir les taxons intéressants dans la régulation de bio-agresseurs tels que les charançons. Afin de déterminer avec précision ceux présents dans les agrosystèmes étudiés, l'utilisation d'analyses génétiques comme le « DNA barcoding » à partir d'individus capturés vivants serait à explorer (Smith *et al.*, 2005), et est actuellement en cours en bananeraies et en vergers d'agrumes au CIRAD Martinique. L'utilisation des fourmis en tant qu'auxiliaires des cultures est de plus en plus courante. Leur potentiel en tant que prédateurs semble très important. Des études complémentaires, notamment en conditions contrôlées, sur la prédation des fourmis

pourraient permettre d'améliorer les possibilités de contrôle des bioagresseurs (charançons, acariens..) par le choix de plantes de couverture adaptées.

7. Conclusion

Cette étude de la biodiversité des Arthropodes à la surface du sol en vergers d'agrumes et de quelques bananeraies en comparaison a permis de dégager certaines hypothèses. L'utilisation sous climats tropicaux de substances attractives est à prendre avec précaution, le pouvoir attractif semblant différent à celui observé en climat tempéré. Le miel mélangé à l'eau paraît être la substance la mieux adaptée à l'attraction des Arthropodes prédateurs de l'île, du moins pour les fourmis.

Les systèmes de culture tels que les bananeraies avec présence d'une plante de couverture est source d'un grand nombre d'individus présents mais d'une perte de diversité du fait de l'invasion du milieu par *Wasmannia auropunctata*. La diversité n'est donc pas synonyme d'abondance d'individus mais plutôt de richesse en Arthropodes. Elle fluctue avec l'augmentation des ressources primaires provenant du couvert végétal. Le pourcentage de recouvrement d'une parcelle par un couvert végétal ne semble pas jouer de rôle significatif d'un point de vue diversité des agrosystèmes. Les milieux comportant des enherbements riches et recouvrant sont cependant à préconiser afin de favoriser un équilibre entre taxons au sein des agrosystèmes. Les milieux comportant une nourriture importante pour ces individus sont ceux en comportant le plus, même si à saturation, la domination par un seul taxon semble se dessiner.

La restauration du fonctionnement écologique de ces milieux cultivés semble être une voie à confirmer et cette étude s'inscrit bien dans une tendance à la réintroduction de la biodiversité. L'effet de celle-ci sur les populations de bioagresseurs et sur leur potentiel de régulation, en particulier par les prédateurs généralistes, amène à des questions qui pourront orienter de futurs axes de recherche en agro-écologie. Une bonne étude et compréhension du fonctionnement de ces taxons et de leur action prédatrice permettrait d'améliorer les possibilités de contrôle de bioagresseurs comme les charançons et diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires.

Références bibliographiques

Abera-Kalibata, A. M., Gold, C. S., Van Driesche, R. G., Ragama, P. E. (2007). Composition, distribution, and relative abundance of ants in banana farming systems in Uganda. *Biological Control*, 40, pp 168-178.

Adams C.T., Summers T.E., Lofgren C.S., Focks D.A. & Prewitt J.C. (1981). Interrelationship of Ants and the Sugarcane Borer in Florida Sugarcane Fields. *Environmental Ecology* 10, pp 415-418.

AGRESTE (2008). Recensement agricole

<http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/D97209A01.pdf>

Agosti, D., Majer, J. D. & Alonso, L. E. (2000). The ALL protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. pp. 204-206. In Agosti, D., J. D. Majer, L. E. Alonso, T. R. Schultz. (editors) *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C. 280 pp.

Altieri, M.A. & Letourneau, D.K. (1982). Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1, pp 405-430.

Altieri, M.A. (2002). Agroecology : the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 93, pp 1-24.

Altieri, M.A. (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2, pp 35-42.

Basu, P (1997). Seasonal and spatial patterns in ground foraging ants in a rain forest in the Western Ghats. India. *Biotropica*, 29, pp 489-500.

Biaggini, M., Consorti, R., Dapporto, L., Dellacasa, M., Paggetti, E., Corti, C. (2007). The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122, pp 183-191.

Bohac, J. (1999). Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74, (1-3), pp 357-372. doi:10.1016/S0167-8809(99)00043-2

Bolton, B. (1997). *Identification Guide to the Ant Genera of the World*. Harvard University Press. 222p.

Butterfield, J., Luff, M. L., Baines Veyre, M. D. (1995). Carabids beetle communities as indicators of conservation potential in upland forests. *Forest Ecology and Management*, 79, pp 63-77.

Cardinale, B.J, Harvey, C.T., Gross, K. & Ives, A.R. (2003). Biodiversity and biocontrol: emergent impacts of a multi-enemy assemblage on pest suppression and crop yield in an agroecosystem. *Ecology Letters*, 6, pp 857-865.

Carter, P.E. & Rypstra, A.L. (1995). Top-down effects in soybean agroecosystems spider density affects herbivore damage. *Oikos*, 72 , pp 433-439.

Chambre d'agriculture de la Martinique (2008)
<http://www.agrimetiersmartinique.fr/introduction.html>

Chen, B.R. & Wise, D.H. (1999). Bottom-up limitation of predaceous arthropods in a detritus based terrestrial food web. *Ecology*, 80, pp 761-772.

Chevassus-au-Louis, B. (2007). La biodiversité : un nouveau regard sur la diversité du vivant. *Cahiers Agricultures*, 16, (3), pp 219-227.

Clergué, B., Amiaud, B., Pervanchon, F., Lasserre-Joulin, F. & Plantureux S. (2005). Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 25, pp 1-15.

Costamagna, A.C., Landis, D.A. & Difonzo, C.D. (2007). Suppression of soybean aphid by generalist predators results in a trophic cascade in soybeans. *Ecological Applications*, 17, pp 441-451.

Cocquempot C. & Chambon J.-P. (1989). Importance relative des araignées parmi les prédateurs polyphages des biocénoses céréalières du Bassin parisien. *La Défense des Végétaux* 257, p. 13-16.

Crawley, M. J. (2009). *The R Book*. Stat Papers, 50, pp 445-446.

Duelli P. (1997). Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 62, pp 81-91.

Duelli, P., Obrist, M. K. & Schamatz, D. R. (1999). Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insecte. *Agriculture. Ecosystems and Environment*, 74, pp 87-98.

Duyck, P.F., Lavigne, A., Vinatier, F., Achard, R., Okolle, J.N. & Tixier, P. (2011). Addition of a new resource in agroecosystems: Do cover crops alter the trophic positions of generalist predators? *Basic and Applied Ecology*, 12, pp 47-55.

Estoup, A., Foucaud, J., Loiseau, A., Robert, S., Rey, O., Jourdan, Hervé, Konghouleux, Joël, Orivel, J., Guéry, D. (2010). Ecologie et génétique évolutive d'une fourmi envahissante *Wasmannia auropunctata*. In : Nivet C. (ed.), McKey D. (ed.), Legris C. (ed.) *Connaissance et gestion des écosystèmes tropicaux : résultats du programme de recherche "écosystèmes tropicaux" 2005-2010*. Paris (FRA) ; Paris : ECOFOR ; MEEDDM, pp 33-45. ISBN 978-2-914770-02-6.

Finnamore, A.; Alonso, A.; Santisteban, J.; Cordova, S.; Valencia, G., Cruz, A. & Polo, R. (2002). A framework for assessment and monitoring of arthropods in lowland tropical forest. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76, pp 43-53.

Folgarait, P. J. (1998). Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review *Biodiversity and Conservation*, 7, pp 1221-1244.

Fournier, A. & Planchon, O. (1998). Link of vegetation with soil at a few meter-scale : herbaceous floristic composition and infiltrability in a Sudanian fallow-land. *Acta Oecologica*, 19, (3), pp. 215-226.

Girling D.J. (1978). The distribution and biology of *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) and its relationship to other stem borers in Uganda. *Bulletin of Entomological Research* 68, pp 471-488.

- Goebel R. (1999). Caractéristiques biotiques du foreur de la canne à sucre *Chilo sacchariphagus* (Bojer, 1856) (Lepidoptera: Pyralidae) à l'île de la Réunion. Facteurs de régulation de ses populations et conséquences pour la lutte contre ce ravageur, p. 181-192. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 228 p.
- Gold, C. S., Pena, J.E., & Karamura, E.B. (2001). Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). Integrated Pest Management Reviews, 6, pp79-155.
- Heemsbergen, D.A., Berg, M.P., Loreau, M., van Haj, J.R., Faber, J.H., & Verhoef, H.A. (2004). Biodiversity effects on soil processes explained by interspecific functional dissimilarity. Science, 306, pp 1019-1020.
- Heywood, V. H. (1995). Global Biodiversity Assessment, Doctorat Sciences agronomiques, Cambridge University, 178 p.
- Hilty, J., Merenlender A., (2000). Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. Biological Conservation, 92, pp 185-197.
- Hofferer, S. (2011). Recensement Agricole Martinique, Agreste, 7, pp 1-4.
- Ings, T. C., Hartley, S. E. (1999). The effect of habitat structure on carabid communities during the regeneration of a native Scottish forest. Forest Ecology and Management, 119, pp 123-136.
- Jaffé, K., Mauléon, H., Kermarrec, A. (1990) Qualitative evaluation of ants as biological control agents with special reference to predators on Diaprepes spp. (Coleoptera: Curculionidae) on citrus groves in Martinique and Guadeloupe. Rencontres Caraïbes en Lutte biologique, Guadeloupe, 5-7 novembre 1990. INRA, Paris, 1991 (Les Colloques n°58).
- Jonsson, M., Wratten, S. D., Landis, D. A. & Gurr, G. M. (2008). Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. Biological Control, 45, pp 172-175.
- Jourdan, H. (1999). Dynamique de la biodiversité de quelques écosystèmes terrestres néo-calédoniens sous l'effet de l'invasion de la fourmi peste *Wasmannia auropunctata* (Roger), 1863 (Hymenoptera: Formicidae). Thèse de Doctorat, Université Sabatier Toulouse, 373 p.
- Judas, M., Dornieden, K., Strothmann, U., (2002). Distribution patterns of carabid beetle species at the landscape level. Journal of Biogeography, 29, pp 249-508.
- Kenne, M., Corbora, B. & Dejean, A. (1999). Ant impact on plants grown in the tropics. L'année Biologique, 38, (3-4), pp 195-212.
- Landis, D.A., Wratten, S.D., & Gurr, G.M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology, 45, pp 175-201.
- LaSalle, J. & Gauld, I. D. (1993). Hymenoptera: their diversity and their impact on the diversity of other organisms. pp. 1-27. In Hymenoptera and Biodiversity. LaSalle, J. & Gauld, I. D. (editors) CAB International, Wallingford UK 368 pp.

Le bellec, F. (2005)

http://caribfruits.cirad.fr/production_fruitiere_integree/conduite_de_son_verger/les_cultures/agrumes

Le Tacon, F., Selosse, M. A., Gosslin, F. (2000). Biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et gestion forestière. Rev. For. Fr, 6, pp 40-47.

Lyousoufi, A., Armand, E., Rieux, R., D'Arcier, F.F (1992). Population dynamic of the pear psylla *Psylla pyri* (L.), (Homoptera: Psyllidae) and beneficial in a treated orchard in the south east of France. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 27, (1-4), pp 413-417

Magurran, A. E. (1998) Ecological diversity and its measurement. Doctorat Sciences agronomiques, Princeton University, 272 p.

Marcon, E. (2011). Mesures de la biodiversité. INRA Ed. 42p.

Masharabu, T., Noret, N., Lejoly, J., Bigendako, M. J. & Bogaert, J. (2010). Comparative study of floristic parameters of the Ruvubu National Park, Burundi, Geo-Eco-Trop., 34, pp 29-44.

Messéan, A., Lô-Pelzer, E., Bockstaller, M., Lamine, C., Angevin, F. (2010). Outils d'évaluation et d'aide à la conception de stratégies innovantes de protection des grandes cultures. Innovations Agronomiques, 8, pp 69-81.

Ndoutoume-Ndong, A. & Mikissa, B. (2007). Influence de la présence de la fourmi *Wasmannia auropunctata* (Roger 1863) (Hymenoptera : Formicidae) sur les autres espèces de fourmis dans la réserve de la Lopé (centre du Gabon) Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.), 43, (2), pp 155-158.

Negm A.A. & Hensley S.D. (1972). Role of predaceous arthropods of the Sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (F.) in Louisiana. Entomology, Reprinted from Proceedings of 14th Congress, ISSCT, pp 445-451.

New, TR. (1999). Limits to species focusing in insect conservation. Annals of the Entomological Society of America, 92, pp 853-860.

Ollagnier, S.& Vittecoq, B (2007). Suivi de la qualité des eaux souterraines de Martinique, campagne de saison des pluies 2006 : Résultats et interprétation. BRGM/RP-55499-FR.

Panzer, R. & Schwartz, M. W., (1998). Effectiveness of a vegetation-based approach to insect conservation. Conservation Biology, 12, (3), pp 693-702. doi:10.1046/j.1523-1739.1998.97051.x

Perfecto, I. & Sediles, A. (1992). Vegetational diversity, ants (Hymenoptera: Formicidae), and herbivorous pests in a neotropical agroecosystem. Environmental Entomology, 21, pp 61-67.

Pearce, J. L. & Venier L. A. (2006). The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. Ecologieol Indicators, 6, pp 780-793.






- Prescott, J., Gauthier, B. & Sodi, J. N. M. (2000). Guide de planification stratégique de la biodiversité dans une perspective de développement durable. 71 p.
- Roche R. & Abreu S. (1983). Control del picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*) por la hormiga *Tetramorium guineense*. Ciencias de la Agricultura 17, pp 41-49.
- Room, P.M. (1972). The fauna of mistletoe *Tapinanthus hangwensis* growing on cocoa in Ghana: relationships between fauna and mistletoe. Journal of Ecology, 41, pp 611-621.
- Rossi M.N. & Fowler H.G. (2004). Predaceous Ant Fauna in New Sugarcane Fields in the State of São Paulo, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology 47(5), pp 805-811.
- Roth, M. (1980). Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Orstom, 1, pp 12.
- Schmidt, M.H., Thewes, U., Thies, C. & Tschardt, C. (2004). Landscape context of arthropod biological control. In Ecological engineering for pest management, Gurr, G. M., Wratten, S. O & Altieri, M. A., pp 55-637.
- Sirjusinghi C., Kermarrec A., Mauleon H., Lavis C. & Etienne J. (1992). Biological control of weevils and withgrubson bananas and sugarcane in the Caribbean. Florida Entomologist 75(4), pp 548-562.
- Smith, M. A., Fisher, B. L. and Hebert, P. D. N. (2005). "DNA Barcoding for Effective Biodiversity Assessment of a Hyperdiverse Arthropod Group: the Ants of Madagascar," Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biological Sciences, 360, pp 1825–1834.
- Stacy, M. P. & Inge, A. R. (2006). Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. Ecological Entomology, 31, pp 369-377.
- Temple, L., Marie, P. & Bakry, F. (2008). Les déterminants de la compétitivité des filières bananes de Martinique et de Guadeloupe, Économie rurale, 308, pp 36-54.
- Tezcan, S. & Kocarek, P. (2009). Dermaptera fauna of the ecologically managed cherry orchards in Western Turkey. Mun. Ent. Zool., 4, (2).
- Theau, J. P., Cruz, P., Fallour, D., Jouany, C., Lecloux, E. & Duru, M. (2010). Une méthode simplifiée de relevé botanique pour une caractérisation agronomique des prairies permanentes. Fourrages, 201, pp 19-25.
- Way, M.I. & Khoo, K.C. (1992). Role of ants in pest-management. Annual Review of Entomology, 37, pp 479-503.
- Weibull, A-C, Ostrnan, O. & Granqvist, A. (2003). Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. Biodiversity and Conservation., 2, (7), pp 1335-1355.
- Wetterer, J. K., Wetterer, A. L. (2003). Ants (Hymenoptera: Formicidae) on non-native neotropical Ant-acacias (Fabales: Fabaceae) in Florida. Florida Entomologist, 86, (3), pp 460-463.

Annexe I – Echelle CEB (Commission des Essais Biologiques) attribuant un indice lié au recouvrement végétal des sols (Lavigne, 2011)

Note	Pourcentage de recouvrement	Abondance
1	1	Espèce présente mais rare
2	7	Moins de 1 individu/m ²
3	15	Au moins 1 individu/m ²
4	30	30% de recouvrement
5	50	50% de recouvrement
6	70	70% de recouvrement
7	85	Fort recouvrement
8	93	Très peu de sol apparent
9	100	Recouvrement total

Annexe II– Illustrations de quelques taxons piégés en vergers d’agrumes et bananeraies
(Sources images : Antweb et Caribfruits)

Ordre	Famille	Sous-famille	Genre	Illustration
Coleoptera	Carabidae		<i>Chlaenius</i>	
Coleoptera	Carabidae		<i>Galerita</i>	
Coleoptera	Lampyridae		<i>Lampyris</i>	
Coleoptera	Staphylinidae			
Dermaptera	Carcinophoridae			

<p>Scolopendromorpha</p> <p>Scolopendridae</p>	
<p>Hymenoptera</p> <p>Formicidae</p> <p>Formicinae</p> <p><i>Camponotus</i></p>	
<p>Hymenoptera</p> <p>Formicidae</p> <p>Formicinae</p> <p><i>Paratrechina</i></p>	
<p>Hymenoptera</p> <p>Formicidae</p> <p>Formicinae</p> <p><i>Brachymyrmex</i></p>	
<p>Hymenoptera</p> <p>Dolichorinae</p> <p><i>Tapinoma</i></p>	

Hymenoptera

Poneriae

Odontomachus



Hymenoptera

Poneriae

Pachycondyla



Hymenoptera

Myrmicinae

Pheidole



Hymenoptera

Myrmicinae

Solenopsis



Hymenoptera

Myrmicinae

Monomorium



Hymenoptera

Myrmicinae

Tetramorium



Hymenoptera

Myrmicinae

Wasmannia



Hymenoptera

Myrmicinae

Cyphomyrmex



Hymenoptera

Myrmicinae

Cardiocondyla



Hymenoptera

Myrmicinae

Strumigenys



Annexe III – Abondance des Arthropodes prédateurs (nombre total d'individus) sur les différents sites expérimentaux en vergers d'agrumes

		SITE EXPERIMENTAL								
Ordre	Famille, Sous-famille	Ducos	Ducos Agrume-Banane	Le Francois	Saint Esprit	Rivière-Pilote	Le Prêcheur	Le Lorrain	Morne Rouge	Marigot Agrume
Hymenoptera		893	1325	637	123	371	1468	925	2324	866
	Formicinae	188	71	96	28	53	393	44	177	77
	Camponotus	34	18	17	10	13	145	8	20	20
	Paratrechina	63	23	46	7	11	168	20	103	37
	Brachymyrmex	91	30	33	11	29	80	16	54	20
	Dolichorinae	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Tapinoma	0	3	0	0	1	0	0	0	0
	Poneriae	86	47	21	1	14	6	72	7	40
	Odontomachus	86	47	21	1	14	6	50	7	40
	Pachycondyla	0	0	0	0	0	0	22	0	0
	Myrmicinae	619	1207	520	94	303	1069	809	2140	749
	Pheidole	340	607	428	12	154	63	143	74	161
	Solenopsis	120	372	16	30	60	82	150	572	84
	Monomorium	42	39	32	8	68	488	338	639	48
	Tetramorium	24	49	1	6	9	14	0	34	0
	Wasmannia	81	70	39	29	5	351	100	722	376
	Cyphomyrmex	7	68	3	9	5	7	57	36	77
	Cardiocondyla	0	0	0	0	0	64	14	57	3
	Strumigenys	5	2	1	0	2	0	7	6	0
Dermaptera	Carcinophoridae	4	4	7	5	9	3	2	15	0
Hemiptera	Reduviidae	1	0	2	0	0	0	0	0	0
Coleoptera		9	2	1	6	7	18	2	40	2
	Carabidae	7	2	0	3	6	15	2	34	2
	Chlaenius	0	0	0	0	2	3	0	5	0
	Galerita	7	2	0	3	4	12	2	29	2
	Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lampyridae (larve)	0	0	0	1	1	3	0	1	0
Aranea		18	17	26	48	78	179	38	76	42
Scolopendromorpha	Scolopendridae	2	0	1	2	0	0	0	5	0
Total		925	1348	673	182	465	1668	967	2455	910

Annexe IV – Abondance des Arthropodes prédateurs (nombre total d'individus) sur les différents sites expérimentaux en bananeraies

		SITE EXPERIMENTAL			
Ordre	Famille, Sous-famille	Saint Joseph Paspalum	Saint Joseph Pueraria	Saint Joseph Sol nu	Marigot Banane
Hymenoptera		3032	2071	1606	603
	Formicinae	14	3	4	9
	Camponotus	4	0	1	6
	Paratrechina	7	0	2	2
	Brachymyrmex	3	3	1	1
	Dolichorinae	0	0	0	0
	Tapinoma	0	0	0	0
	Poneriae	22	277	11	0
	Odontomachus	22	277	11	0
	Pachycondyla	0	0	0	0
	Myrmicinae	2996	1791	1591	594
	Pheidole	1	41	5	0
	Solenopsis	1	34	3	8
	Monomorium	0	6	0	4
	Tetramorium	9	8	2	2
	Wasmannia	2963	1646	1567	576
	Cyphomyrmex	12	13	4	1
	Cardiocondyla	7	38	9	1
	Strumigenys	3	5	1	2
Dermaptera	Carcinophoridae	0	0	0	0
Hemiptera	Reduviidae	0	0	0	0
Coleoptera		0	0	0	5
	Carabidae	0	0	0	5
	Chlaenius	0	0	0	0
	Galerita	0	0	0	5
	Staphylinidae	0	0	0	0
	Lampyridae (larve)	0	0	0	0
Aranea		0	0	0	4
Scolopendromorpha	Scolopendridae	0	0	0	0
Total		3032	2071	1606	612

Annexe V - GLM concernant l'abondance des Arthropodes prédateurs piégés au cours de l'inventaire en prenant en compte les facteurs « système de culture » (sdc), « parcelle » (exploit) et « taxons » (sp)

Analysis of Deviance Table

Model: quasipoisson, link: log

Response: ab

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)						
NULL			285	69631							
sdc	2	1276	283	68355	1.102e-10	***					
exploit	8	4840	275	63515	< 2.2e-16	***					
sp	21	44918	254	18598	< 2.2e-16	***					
sdc:exploit	0	0	254	18598							
sdc:sp	42	12667	212	5931	< 2.2e-16	***					
exploit:sp	168	4744	44	1187	0.4324						
sdc:exploit:sp	0	0	44	1187							

Signif. codes:	0	****	0.001	***	0.01	**	0.05	.	0.1		1

Annexe VI- Abondance des Arthropodes prédateurs sur le verger d'agrumes de Rivière Lézarde selon la présence d'un couvert végétal (Saint Joseph)

Ordre	Famille, Sous-famille	Parcelles désherbées	Parcelles enherbées
Hymenoptera		1181	1090
	Formicinae	112	170
	<i>Camponotus</i>	12	3
	<i>Paratrechina</i>	30	15
	<i>Brachymyrmex</i>	70	152
	Dolichorinae	0	0
	<i>Tapinoma</i>	0	0
	Poneriae	44	79
	<i>Pachycondila</i>	0	0
	<i>Odontomachus</i>	44	79
	Myrmicinae	1025	841
	<i>Pheidole</i>	788	706
	<i>Solenopsis</i>	34	22
	<i>Monomorium</i>	2	5
	<i>Tetramorium</i>	8	6
	<i>Cardiocondyla</i>	0	0
	<i>Wasmannia</i>	157	60
	<i>Cyphomyrmex</i>	36	42
	<i>Strumigenys</i>	0	0
Dermaptera	Carcinophoridae	0	0
Hemiptera	Reduviidae	0	0
Coleoptera		0	2
	Carabidae	0	0
	<i>Chlaenius</i> sp.	0	0
	<i>Galerita</i> tristis	0	0
	Staphylinidae	0	0
	Lampyridae (larve)	0	0
Aranea		0	6
Scolopendromorpha	Scolopendridae	0	2
Total		1181	1098

Annexe VII - GLM Abondance des Arthropodes piégés en présence d'un couvert végétal ou non en considérant comme facteurs les taxons, le traitement (présence d'un couvert ou non) et le jour

Analysis of Deviance Table


Model: quasipoisson, link: log

Response: ab

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)						
NULL			395	10336.1							
trait	1	1.2	394	10334.8	0.5765						
jour	1	1125.8	393	9209.1	< 2.2e-16 ***						
sp	21	7375.3	372	1833.8	< 2.2e-16 ***						
trait:jour	1	0.1	371	1833.7	0.8720						
trait:sp	21	248.7	350	1585.0	4.637e-06 ***						
jour:sp	21	262.5	329	1322.5	1.325e-06 ***						

Signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'	0.05	'.'	0.1	' '	1

	Diplôme : Ingénieur agronome Spécialité : Horticulture Spécialisation / option : Gestion Durable du Végétal Enseignant référent : Jean Charles Michel	
Auteur(s) : Marie PENN	Organisme d'accueil: Pôle de recherche	
Date de naissance* : 15/10/1988	environnementale de la Martinique	
Nb pages : 40 Annexe(s) :	Adresse : Quartier Petit Morne BP 214	
Année de soutenance : 2012	97285 Le Lamentin Cedex 2 Maître de stage : Philippe RYCKEWAERT	
Titre français : Inventaire des Arthropodes prédateurs à la surface du sol en vergers d'agrumes et en bananeraies à la Martinique Titre anglais : Inventory of the predatory Arthropods on the surface of the ground in orchards of citrus fruits and in banana plantations in Martinique		
Résumé (1600 caractères maximum) : <p>Un inventaire a été mené en vergers d'agrumes et en bananeraies dans les Antilles Françaises (Martinique) sur l'évaluation de la biodiversité des Arthropodes prédateurs au niveau du sol selon la zone géographique et les couvertures végétales présentes.</p> <p>La capture des Arthropodes s'est effectuée de début avril à mi-août 2012. Elle a consisté en la mise en place, sur chaque site, de pièges à fosses ou 'pitfall' avec présence ou non de substances attractives afin d'attirer un plus grand nombre de prédateurs d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Les résultats montrent que différents groupes d'Arthropodes (Hyménoptères, Dermaptères, Coléoptères, Myriapodes, Araignées...) sont présents sur les vergers et les bananeraies de l'île. Sur l'ensemble des Arthropodes prédateurs collectés, les fourmis sont l'ordre le plus important (95 % des individus recensés), suivi par les Araignées et les Coléoptères. Deux paramètres (richesse en espèces végétales et recouvrement) ont été pris en compte. Le recouvrement ne semble pas jouer de rôle en termes d'abondances d'individus alors que la composition en espèces végétales du couvert peut entraîner une explosion des taxons et même la prédominance de certains d'entre eux comme <i>Wasmannia auropunctata</i>. L'inventaire mené sur presque cinq mois n'a pas mis en avant de phénomènes de saisonnalité dans la capture des Arthropodes.</p>		
Abstract (1600 caractères maximum) : <p>An inventory was led in orchards of citrus fruits and in banana plantations in French Antilles (Martinique) about the evaluation of the biodiversity of the ground predatory Arthropods according to present plant covers.</p> <p>The capture of Arthropods was made between the beginning of April and in the middle of August 2012. It consisted of the implementation, on every site, of pitfall traps with presence or not of baits to attract largest number of predators (qualitatively and quantitatively). The results show that various orders of Arthropods (Hymenopterans, Beetles, Spiders...) are present in orchards and banana plantations of the island. On all the collected predatory Arthropods, ants are the the most importing order (95 % of the listed individuals), comes then Spiders and Beetles.</p> <p>Two parameters (number of species and covering) were taken into account in the study of the effect of the plant cover. The covering does not seem to play role in terms of individuals' abundances while the composition in species can pull an explosion of invidious and the ascendancy of some of them as <i>Wasmannia auropunctata</i>. The inventory led over almost five months did not advance phenomena of seasonality in the capture of Arthropods.</p>		
Mots-clés : Inventaire, Arthropodes, fourmis, agrumes, diversité, couvert végétal, zone géographique Key Words: Inventory, Arthropods, ants, diversity, orchards, covering, Geographical situation		